

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 6月28日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-196919

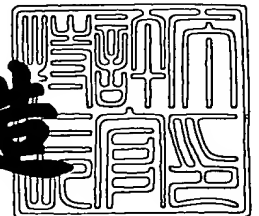
出 願 人
Applicant(s):

富士通株式会社

2001年 7月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3066124

【書類名】 特許願

【整理番号】 0100184

【提出日】 平成13年 6月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 29/02

【発明の名称】 スイッチ装置、通信装置及び通信システム

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 若林 哲明

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 岡部 健一

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 瓜生 士郎

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 朝永 博

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 松岡 直樹

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100092152

【弁理士】

【氏名又は名称】 服部 毅巖

【電話番号】 0426-45-6644

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-275316

【出願日】 平成12年 9月11日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009874

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705176

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スイッチ装置、通信装置及び通信システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パケットのルーティングを行うスイッチ装置において、
パケット内に設けられた、出力方路情報を含むタグにもとづいて、パケットのセルフルーティングを行うマトリクススイッチと、

前記マトリクススイッチの N 個の出力ポートに対応して配置した N : 1 のセレクトタと、前記セレクトタが信号選択を行うためのセレクト情報を保持する設定レジスタと、から構成されるパケットコピー部と、

を有することを特徴とするスイッチ装置。

【請求項 2】 第 1 の系と第 2 の系の両系から入力したパケットに対し、いずれか一方の系のパケットのルーティング及びパケットコピーの処理を行なって、前記第 1 の系と前記第 2 の系の両系から、処理後のパケットを出力する A P S 制御または装置二重化制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載のスイッチ装置。

【請求項 3】 パケット通信を行う通信装置において、

入力した可変長のフレームを固定長の複数のパケットに分割し、フレームのマルチキャストを行う場合には、先頭パケットのみに、マルチキャストを行う旨のマルチキャスト識別情報を、マルチキャスト情報として付与するマルチキャスト情報付与手段と、入力回線側からのパケットまたはループバックされたパケットのいずれかを選択するパケット選択手段と、選択されたパケットの前記マルチキャスト識別情報を認識して出力方路を検索し、出力方路情報を含むタグの変換を行うタグ変換手段と、から構成される入力回線インタフェース部と、

パケットを格納するパケットバッファに対し、フレーム連続性を保証するスケジューリングを行って、パケットの書き込み及び読み出しを行うスケジューリング処理手段と、前記パケットバッファから読み出されたパケットを、前記入力回線インタフェース部へループバックするループバック手段と、パケットを結合してフレームを生成し、該当する出力方路から出力するパケット結合手段と、から構成される出力回線インタフェース部と、

を有することを特徴とする通信装置。

【請求項 4】 多数の回線を収容して、通信制御を行う通信システムにおいて、

入力した可変長のフレームを固定長の複数のパケットに分割し、フレームのマルチキャストを行う場合には、先頭パケットのみに、マルチキャストを行う旨のマルチキャスト識別情報を、マルチキャスト情報として付与するマルチキャスト情報付与手段と、入力回線側からのパケットまたはループバックされたパケットのいずれかを選択するパケット選択手段と、選択されたパケットの前記マルチキャスト識別情報を認識して出力方路を検索し、出力方路情報を含むタグの変換を行うタグ変換手段と、から構成される入力回線インタフェース部と、

前記タグにもとづいて、パケットのセルフルーティングを行うマトリクススイッチと、前記マトリクススイッチの N 個の出力ポートに対応して配置した N : 1 のセレクトタ及び前記セレクトタが信号選択を行うためのセレクト情報を保持する設定レジスタを含むパケットコピー部と、から構成されるスイッチ部と、

前記スイッチ部から出力されたパケットを格納するパケットバッファに対し、フレーム連続性を保証するスケジューリングを行って、パケットの書き込み及び読み出しを行うスケジューリング処理手段と、前記パケットバッファから読み出されたパケットを、前記入力回線インタフェース部へループバックするループバック手段と、パケットを結合してフレームを生成し、該当する出力方路から出力するパケット結合手段と、から構成される出力回線インタフェース部と、

を有することを特徴とする通信システム。

【請求項 5】 前記タグ変換手段は、前記マルチキャスト識別情報を認識して出力方路を検索する際、自回線番号以降の最若番の回線番号から順番に検索を始めて、最後に前記自回線番号を検索することを特徴とする請求項 4 記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、スイッチ装置、通信装置及び通信システムに関し、特にパケットの

ルーティングを行うスイッチ装置、マルチキャスト通信を行う通信装置及び多数の回線を収容して、通信制御を行う通信システムに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、インターネットの急激な普及に伴って、大容量で効率的な I P (Internet Protocol) トラフィックの需要が急増しており、高速かつ大容量のルーティング装置の実現が望まれている。

【0 0 0 3】

ルーティング装置では、ネットワーク上の目的アドレスまでの転送経路を選択する際、マルチキャスト通信などを行う場合には、パケットコピーの動作を伴う。

【0 0 0 4】

従来のパケットコピー技術では、まず、受信したパケットを一度バッファへ蓄積する。そして、パケット内の識別子をキーに、あらかじめ用意してあるルーティングテーブルから出力方路を検索する。その後、取得した出力方路情報にしたがってバッファからの読み出しを行うことで、1つのパケットを複数の出力方路へ送信していた。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記のような従来のパケットコピーを行うルーティング装置では、大容量のトラフィックを高速で処理する場合、非常に多数の回線を収容する必要があるため、パケットタイプや出力方路毎に装備するキューが膨大な数になり、また、ルーティングテーブルも大規模になってしまうといった問題があった。

【0 0 0 6】

一方、I P フレームのルーティングを行う場合、可変長のフレームが入力するため、Packet by Packet の処理ではなく、フレームを意識した処理を行わなければならない。

【0 0 0 7】

すなわち、A T M の固定長パケット (セル) を対象にする Packet by Packet の

処理では、セルには最初から行き先アドレスが示されているので、ルーティング時に送信順序の逆転が生じてもよく、セルを独立に扱うことができる。

【0008】

ところが、IPトラフィックの場合、可変長フレームを固定長パケットに分割してルーティングする際に、分割時のパケットの順序を保証する必要があるため、パケットを独立して扱うことができない。

【0009】

このように、IPトラフィックのマルチキャスト等の処理を行う場合、装置内では、可変長フレームを固定長パケットに分割して扱うために、バッファへの蓄積・読み出し時に、フレーム生成時のパケットの連続性を保証する必要がある。さらに、その上にマルチキャスト通信等を考慮すると、従来技術ではバッファのアドレス管理が非常に複雑になってしまい、高速処理の妨げになるといった問題があった。

【0010】

本発明では、このような点に鑑みてなされたものであり、大容量で高速なルーティングを行うスイッチ装置を提供することを目的とする。

また、本発明の他の目的は、効率よく再帰的なマルチキャストを行う通信装置を提供することを目的とする。

【0011】

さらに、本発明の他の目的は、大容量で高速なルーティングを行い、かつ効率よく再帰的なマルチキャストを行う通信システムを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明では上記課題を解決するために、図1に示すような、パケットのルーティングを行うスイッチ装置2において、パケット内に設けられた、出力方路情報を含むタグにもとづいて、パケットのセルフルーティングを行うマトリクススイッチ21と、マトリクススイッチ21のN個の出力ポートP#1～P#Nに対応して配置したN:1のセレクタ22-1～22-nと、セレクタ22-1～22-nが信号選択を行うためのセレクト情報を保持する設定レジスタ23-1～2

3-nと、から構成されるパケットコピー部20と、を有することを特徴とするスイッチ装置2が提供される。

【0013】

ここで、マトリクススイッチ21は、パケット内に設けられた、出力方路情報を含むタグにもとづいて、パケットのセルフルーティングを行う。セクタ22-1~22-nは、マトリクススイッチ21のN個の出力ポートP#1~P#Nに対応して配置したN:1のセクタである。設定レジスタ23-1~23-nは、セクタ22-1~22-nが信号選択を行うためのセレクト情報を保持する。

【0014】

また、図7に示すような、パケット通信を行う通信装置50において、入力した可変長のフレームを固定長の複数のパケットに分割し、フレームのマルチキャストを行う場合には、先頭パケットのみに、マルチキャストを行う旨のマルチキャスト識別情報を、マルチキャスト情報として付与するマルチキャスト情報付与手段11と、入力回線側からのパケットまたはループバックされたパケットのいずれかを選択するパケット選択手段12と、選択されたパケットのマルチキャスト識別情報を認識して出力方路を検索し、出力方路情報を含むタグの変換を行うタグ変換手段13と、から構成される入力回線インタフェース部1と、パケットを格納するパケットバッファに対し、フレーム連続性を保証するスケジューリングを行って、パケットの書き込み及び読み出しを行うスケジューリング処理手段32と、パケットバッファから読み出されたパケットを、入力回線インタフェース部1へループバックするループバック手段33と、パケットを結合してフレームを生成し、該当する出力方路から出力するパケット結合手段34と、から構成される出力回線インタフェース部3と、を有することを特徴とする通信装置50が提供される。

【0015】

ここで、マルチキャスト情報付与手段11は、入力した可変長のフレームを固定長の複数のパケットに分割し、フレームのマルチキャストを行う場合には、先頭パケットのみに、マルチキャストを行う旨のマルチキャスト識別情報を、マル

チキャスト情報として付与する。パケット選択手段 1 2 は、入力回線側からのパケットまたはループバックされたパケットのいずれかを選択する。タグ変換手段 1 3 は、選択されたパケットのマルチキャスト識別情報を認識して出力方路を検索し、出力方路情報を含むタグの変換を行う。スケジューリング処理手段 3 2 は、パケットを格納するパケットバッファに対し、フレーム連続性を保証するスケジューリングを行って、パケットの書き込み及び読み出しを行う。ループバック手段 3 3 は、パケットバッファから読み出されたパケットを、入力回線インタフェース部 1 へループバックする。パケット結合手段 3 4 は、パケットを結合してフレームを生成し、該当する出力方路から出力する。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図 1 は本発明のスイッチ装置の原理図である。スイッチ装置 2 は、マトリクススイッチ 2 1 とパケットコピー部 2 0 から構成され、パケットのルーティングを行う。

【 0 0 1 7 】

マトリクススイッチ 2 1 は、 $N \times N$ のマトリクス状のスイッチであり、 N 本の入力ライン $iL \# 1 \sim iL \# N$ と接続し、 N 個の出力ポート $P \# 1 \sim P \# N$ を持つ。

【 0 0 1 8 】

そして、入力ライン $iL \# 1 \sim iL \# N$ から送られてきた入力パケットに対し、パケット内に設定された、出力方路情報（パケットが向かうべき、1 つの出力先が示された情報）を含むタグ（TAG）にもとづいて、パケットのセルフルーティングを行い、該当するポート $P \# 1 \sim P \# N$ からパケットを出力する。

【 0 0 1 9 】

パケットコピー部 2 0 は、セレクタ 2 2 - 1 \sim 2 2 - n と設定レジスタ 2 3 - 1 \sim 2 3 - n から構成される。セレクタ 2 2 - 1 \sim 2 2 - n は、マトリクススイッチ 2 1 の N 個の出力ポート $P \# 1 \sim P \# N$ に対応して配置しており、入力数：出力数が $N : 1$ のセレクタである。すなわち、各セレクタの入力側は、ポート $P \# 1 \sim P \# N$ のすべてと接続し、各セレクタの出力側は、出力ライン $oL \# 1 \sim$

○ L # N のそれぞれと接続する。

【 0 0 2 0 】

設定レジスタ 2 3 - 1 ~ 2 3 - n は、セクタ 2 2 - 1 ~ 2 2 - n が信号選択を行うためのセレクト情報を保持し、セクタ 2 2 - 1 ~ 2 2 - n に対して信号選択指示を行う。なお、セレクト情報は、上位のソフトウェアから指示される。

【 0 0 2 1 】

このように、パケットコピー部 2 0 では、ポート P # 1 ~ P # N から入力されたパケットを、N 列に配置したすべてのセクタ 2 2 - 1 ~ 2 2 - n に入力し、上位からの指示にもとづいて、各セクタにてポートを選択してパケットを出力する。

【 0 0 2 2 】

このようなスイッチ装置 2 の構成により、入力するすべてのパケットに対してコピーを行うことが可能になる。例えば、ポート P # 1 からのパケットを、出力ライン ○ L # 1 ~ ○ L # 3 から出力する場合、設定レジスタ 2 3 - 1 ~ 2 3 - 3 では、上位から指示されたポート P # 1 の識別子を保持する。

【 0 0 2 3 】

そして、セクタ 2 2 - 1 ~ 2 2 - 3 は、この設定にしたがって、信号を選択することにより、マトリクススイッチ 2 1 にてポート P # 1 にセルフルーティングされたすべてのパケットが、パケットコピー部 2 0 にて出力ライン ○ L # 1 ~ ○ L # 3 から出力されることになる。

【 0 0 2 4 】

次にスイッチ装置 2 が実現する A P S (Automatic Protection Switching) 制御について説明する。A P S とは、第 1 の系と第 2 の系の両系から入力されるデータに対し、1 つの共通制御部（ここではスイッチ装置 2 に該当）でいずれか一方の系のデータだけを取り込んで処理し、第 1 の系と第 2 の系の両系から、処理後のデータを出力する機能のことをいう。

【 0 0 2 5 】

図 2 は Per-Line 収容時の A P S を示す図である。スイッチ装置 2 に対し、入力側の Working と Protection それぞれに回線インタフェース部 1 0 0 a、1 0 0

b が設けられ、出力側のWorkingとProtectionそれぞれに回線インタフェース部 300 a、300 b が設けられる。そして、ライン L # 1 (ACT) はWorking に、ライン L # 1 (SBY) はProtectionに収容されている。

【0026】

このような構成上でのAPS制御では、まずライン L # 1 (SBY) からのパケットは、回線インタフェース部 100 b によって廃棄され、スイッチ装置 2 にはライン L # 1 (ACT) からのパケットのみが入力される。

【0027】

その後、スイッチ装置 2 内で、セルフルーティング、パケットコピーが実行されて、Workingの回線インタフェース部 300 a 及びProtectionの回線インタフェース部 300 b から同一パケットが出力される。

【0028】

図 3 はMulti-Line収容時のAPSを示す図である。Multi-Line収容として、4 回線収容の場合を示している。スイッチ装置 2 に対し、入力側のWorkingとProtectionそれぞれに回線インタフェース部 100 c、100 d が設けられ、出力側のWorkingとProtectionそれぞれに回線インタフェース部 300 c、300 d が設けられる。

【0029】

ライン L # 1 (ACT)、ライン L # 2 (SBY)、ライン L # 3 (ACT)、ライン L # 4 (SBY) はWorkingに、ライン L # 1 (SBY)、ライン L # 2 (ACT)、ライン L # 3 (SBY)、ライン L # 4 (ACT) はProtectionに収容されている。

【0030】

このような構成上でのAPS制御では、ライン L # 2 (SBY) とライン L # 4 (SBY) からのパケットは、回線インタフェース部 100 c によって廃棄され、Workingからはライン L # 1 (ACT) とライン L # 3 (ACT) からのパケットのみが入力される。

【0031】

また、ライン L # 1 (SBY) とライン L # 3 (SBY) からのパケットは、

回線インタフェース部 1 0 0 d によって廃棄され、Protectionからはライン L # 2 (ACT) とライン L # 4 (ACT) からのパケットのみが入力される。

【 0 0 3 2 】

その後、スイッチ装置 2 内で、セルフルーティング、パケットコピーが実行されて、Workingの回線インタフェース部 3 0 0 c 及びProtectionの回線インタフェース部 3 0 0 d から同一パケットが出力される。

【 0 0 3 3 】

このように、Per-Line収容、Multi-Line収容にかかわらず、コピーされたパケットを、入力側で廃棄した系と同一の出力側の系にも出力することで、A P S 制御が実現される。

【 0 0 3 4 】

次に装置二重化制御について説明する。上記のA P S では回線インタフェース部の入力段でパケットが廃棄されているが、装置二重化制御ではスイッチ装置 2 の入力段でパケットが廃棄される。

【 0 0 3 5 】

図 4 は装置二重化制御を示す図である。スイッチ装置 2 に対し、入力側のWorkingとProtectionそれぞれに回線インタフェース部 1 0 1 - 1 ~ 1 0 1 - m、1 0 2 - 1 ~ 1 0 2 - m が設けられ、出力側のWorkingとProtectionそれぞれに回線インタフェース部 3 0 1 - 1 ~ 3 0 1 - m、3 0 2 - 1 ~ 3 0 2 - m が設けられる。

【 0 0 3 6 】

Protection配下のラインからのパケットは、スイッチ装置 2 の入力段で廃棄される。そして、Working配下のラインのパケットに関してのみ、スイッチ装置 2 へ入力される。

【 0 0 3 7 】

その後、スイッチ装置 2 内で、セルフルーティング、パケットコピーが実行されて、Workingの回線インタフェース部 3 0 1 - 1 ~ 3 0 1 - m 及びProtectionの回線インタフェース部 3 0 2 - 1 ~ 3 0 2 - m からパケットが出力される。

【 0 0 3 8 】

次にスイッチ装置 2 が実現する S N O P (Snooping of Outgoing Port) 制御について説明する。S N O P とは、共通制御部で処理を行った後、通常の出力量路の他に、試験機へつながる方路にもパケットを出力する機能のことをいう。この S N O P 制御により、運用中に装置の動作状態を把握することができる。

【 0 0 3 9 】

図 5 は S N O P を示す図である。スイッチ装置 2 に対し、入力方路側に回線インタフェース部 1 0 3 - 1 ~ 1 0 3 - n が設けられ、出力方路側に回線インタフェース部 3 0 3 - 1 ~ 3 0 3 - n が設けられる。また、回線インタフェース部 3 0 4 の出力は試験機 3 1 0 へと接続している。

【 0 0 4 0 】

このような構成に対し、全入力 N 方路からのパケットは、スイッチ装置 2 に入力し、スイッチ装置 2 内で、セルフルーティング、パケットコピーが実行される。そして、回線インタフェース部 3 0 3 - 1 ~ 3 0 3 - n から出力 N 方路へパケットが出力される。また、回線インタフェース部 3 0 4 を介して、コピーされたパケットが試験機 3 1 0 へ送信される。

【 0 0 4 1 】

以上説明したように、本発明のスイッチ装置 2 は、 $N \times N$ のマトリクススイッチ 2 1 とパケットコピー部 2 0 を設けて、セルフルーティング及びパケットコピー処理を行う構成とした。

【 0 0 4 2 】

これにより、多数の回線を収容した場合でも、大規模なキューやルーティングテーブルを設置する必要がないので、ハードウェア量を軽減でき、高速かつ大容量のルーティングを行うことが可能になる。また、本発明のスイッチ装置 2 の構成により、A P S 制御、装置二重化制御、S N O P 制御を容易に実現することが可能になる。

【 0 0 4 3 】

次に本発明の通信システムについて説明する。図 6 は通信システムの構成を示す図である。通信システム 5 は、入力回線インタフェース部 1 - 1 ~ 1 - n (総称して、入力回線インタフェース部 1) と、入力バッファ 4 1 - 1 ~ 4 1 - n (

総称して、入力バッファ 4 1) と、出力回線インタフェース部 3 - 1 ~ 3 - n (総称して、出力回線インタフェース部 3) と、出力バッファ 4 2 - 1 ~ 4 2 - n (総称して、出力バッファ 4 2) と、スイッチ部 2 (上述のスイッチ装置 2 に該当) とから構成される。

【 0 0 4 4 】

なお、入力回線インタフェース部 1 - 1 ~ 1 - n はそれぞれ、入力方路 i HW # 1 ~ i HW # N と接続し、出力回線インタフェース部 3 - 1 ~ 3 - n はそれぞれ、出力方路 o HW # 1 ~ o HW # N と接続する。

【 0 0 4 5 】

図 7 は入力／出力回線インタフェース部の構成を示す図である。同一番号の入力方路と出力方路に対する、入力回線インタフェース部と出力回線インタフェース部は、ハードウェアの構成上、同じ 1 つの L S I (本発明の通信装置に該当する) 上に展開される。

【 0 0 4 6 】

例えば、図 6 で、入力回線インタフェース部 1 - 1 と出力回線インタフェース部 3 - 1 は、1 つの L S I 中に含まれる。他の回線インタフェース部も同様である。

【 0 0 4 7 】

通信装置 5 0 の入力回線インタフェース部 1 に対し、マルチキャスト情報付与手段 1 1 は、入力した可変長のフレームを固定長の複数のパケットに分割し、フレームのマルチキャストを行う場合には、先頭パケットのみにマルチキャスト情報として、マルチキャストを行う旨のマルチキャスト識別情報を付与する (マルチキャストを行うか否かの 1 ビット情報である) 。

【 0 0 4 8 】

パケット選択手段 1 2 は、マルチキャスト情報付与手段 1 1 から出力されたパケット、または出力回線インタフェース部 3 からループバックされてきたパケットのいずれか一方を選択し、タグ変換手段 1 3 へ送信する。

【 0 0 4 9 】

タグ変換手段 1 3 は、パケット選択手段 1 2 から出力されたマルチキャスト対

象のパケット（以下、マルチキャストパケットと呼ぶ）に対し、マルチキャスト識別情報を認識し、出力方路を後述の検索テーブルを用いて検索する。そして、パケットのタグを、検索した出力方路情報を含むタグに変換する（すなわち、旧タグが付いていたらこれを落とし、次の出力先の出力方路を示す新タグをあらたに付加するということ）。

【 0 0 5 0 】

通信装置 5 0 の出力回線インタフェース部 3 に対し、ヘッダ抽出手段 3 1 は、スイッチ部 2 でルーティングやコピー処理されたパケットを受信して、パケットからヘッダを抽出する。

【 0 0 5 1 】

スケジューリング処理手段 3 2 は、パケットを格納するパケットバッファを有し、フレーム連続性（フレーム生成時のパケットの連続性）を保証するスケジューリングを行って、パケットの書き込み及び読み出しを行う。このスケジューリング処理により、パケットのインターリーブを回避できる。

【 0 0 5 2 】

ループバック手段 3 3 は、パケットバッファから読み出されたパケットを、入力回線インタフェース部 1 へループバックする。パケット結合手段 3 4 は、パケットを結合してフレームを生成し、該当する出力方路からパケットを出力する。

【 0 0 5 3 】

次にマルチキャスト情報付与手段 1 1 について説明する。図 8 はマルチキャスト情報付与手段 1 1 の構成を示す図である。マルチキャスト情報付与手段 1 1 は、分岐手段 1 1 a、分割バッファ手段 1 1 b、ヘッダ生成手段 1 1 c、パケット生成手段 1 1 d から構成される。

【 0 0 5 4 】

分岐手段 1 1 a は、入力方路 i HW から送られてきた可変長フレーム（マルチキャスト対象のフレームとする）を受信し、ペイロード部分とヘッダ部分に分岐する。そして、ペイロード部分は、分割バッファ手段 1 1 b へ、ヘッダ部分はヘッダ生成手段 1 1 c へ送信する。なお、以降では、マルチキャスト対象のフレームをマルチキャストフレームと呼ぶ。

【 0 0 5 5 】

分割バッファ手段 1 1 b は、ペイロードを蓄積し、分割して出力する。ここで、ペイロードの分割バッファ手段 1 1 b への書き込みは、パリティチェック、フレーム長チェックが正常確認された後に書き込み完了となり、完了時にはバッファ書き込み完了フラグをセットする。

【 0 0 5 6 】

ヘッダ生成手段 1 1 c は、バッファ書き込み完了フラグがセットされた時に、ヘッダ内にあるパケットを識別するためのパケット識別子（以下、P I D）を検索キーとして、マルチキャスト識別テーブル T 1 より、1 ビットのマルチキャスト識別情報 m I D を獲得する。また、これらの処理と並行して、ヘッダ内の各種情報にもとづいて、固定長パケット用のヘッダを生成する。

【 0 0 5 7 】

パケット生成手段 1 1 d は、分割バッファ手段 1 1 b で分割されたペイロードと、ヘッダ生成手段 1 1 c から送信される固定長パケット用のヘッダ及びマルチキャスト識別情報 m I D を受信して、固定長のパケットを生成する。

【 0 0 5 8 】

また、マルチキャスト識別情報 m I D は、先頭パケットのみに付与し（先頭パケットのペイロード領域に格納させる）、フレームの先頭パケットを示す識別子はパケットのヘッダ内に格納される。

【 0 0 5 9 】

次にタグ変換手段 1 3 について説明する。図 9 はタグ変換の様子を示す図である。タグ変換手段 1 3 は、マルチキャスト対象のフレームを分割して生成された 1 フレームを構成する固定長パケット群（固定長パケット P K とする）を受信する。また、このときの先頭パケットから、マルチキャスト識別情報 m I D を取得する。

【 0 0 6 0 】

タグ変換手段 1 3 は、マルチキャスト識別情報 m I D により、マルチキャストパケット（マルチキャストフレーム）であることを認識すると、タグ変換手段 1 3 内に設置された検索テーブル T 2 を用いて、固定長パケット P K が出力される

べき出力方路を検索する。

【0061】

この場合、受信した固定長パケットPKが何番の回線番号から流れてきたものかは、上位からタグ変換手段13に通知されるので、検索動作としては、タグ変換手段13は最初に、自回線番号より後ろの最若番回線から検索を開始する。例えば、自回線番号が#7ならば検索テーブルT2の回線番号#8以降から検索を開始する。

【0062】

そして、マルチキャスト対象フラグに“1”が立っている回線番号が、出力方路となる。例えば、図では回線番号#82に“1”が立っているので、固定長パケットPKは、回線番号#82の出力方路から出力されることになる。

【0063】

タグ変換手段13は、上記のような検索をして得た出力方路情報である新しいタグを、固定長パケットPKに付与する。ここでは、TAG=82の出力方路情報を含むタグを固定長パケットPKに付与する。

【0064】

また、検索手順としては、自回線番号より後ろの最若番回線から検索を順に開始した後は、最後に自回線番号に戻るようにする。例えば、自回線番号が#7なら、回線番号#8から#Nまで順に検索を開始し、次に回線番号#1に戻って最後に自回線番号#7の検索を行う。

【0065】

さらに、検索テーブルT2を引いての検索処理は、マルチキャスト識別情報mIDを含む先頭パケットを認識した時のみに行えばよく、後続の分割パケットには、検索して得た結果を含むタグを、順次書き換えていけばよい。

【0066】

このように、上記の説明では、マルチキャスト情報付与手段11がマルチキャスト識別情報mIDを付与し、タグ変換手段13が検索テーブルT2を用いて出力方路を検索することで、マルチキャスト方路にパケットを転送する構成とした。

【 0 0 6 7 】

次にマルチキャスト方路にパケットを転送する他の実施の形態について説明する。他の実施の形態では、マルチキャスト情報付与手段 1 1 が、マルチキャスト情報として、マルチキャスト識別情報 m I D に加えて、マルチキャストすべき方路が示されたマルチキャスト方路情報を付与する。マルチキャスト方路情報とは、検索テーブル T 2 の内容と同じであり、マルチキャストすべき出力方路にビットが立っているビットマップ情報のことである。

【 0 0 6 8 】

このマルチキャスト方路情報を、マルチキャスト元の入力回線インタフェース部 1 で、先頭パケットに最初の段階で付与する。そして、通過ブロックでのタグ変換手段 1 3 では、このマルチキャスト方路情報にもとづいてタグ変換していく。このような構成により、マルチキャスト方路にパケットを転送する制御を行ってもよい。

【 0 0 6 9 】

また、このような制御を行う場合、転送中にマルチキャスト方路情報に誤りが発生する可能性がある。したがって、マルチキャスト方路情報の付与時には、C R C (Cyclic Redundancy Check) 等の誤り訂正符号も同時に付与する。これにより、タグ変換手段 1 3 では、マルチキャスト方路情報の正常性をチェックすることができる。

【 0 0 7 0 】

次にヘッダ抽出手段 3 1 について説明する。図 1 0 はヘッダ抽出手段 3 1 の動作手順を示すフローチャートである。

〔 S 1 〕 受信したマルチキャストフレームの先頭パケットから、パイロード領域に格納されているマルチキャスト識別情報 m I D を取得する。

〔 S 2 〕 取得したマルチキャスト識別情報 m I D に対して、ビット = 1 であるならば、マルチキャストフラグをセットし、後述の書き込み制御手段にマルチキャスト識別情報等が含まれるヘッダ情報を転送する。

〔 S 3 〕 同一フレーム内の先頭以外のパケットについては、マルチキャストフラグにしたがって、書き込み制御手段にヘッダ情報を転送する。

【 0 0 7 1 】

次にスケジューリング処理手段 3 2 について説明する。図 1 1 はスケジューリング処理手段 3 2 の構成を示す図である。スケジューリング処理手段 3 2 は、パケットバッファ 3 2 a、書き込み制御手段 3 2 b、フレーム組立て手段 3 2 c、読み出し制御手段 3 2 d から構成される。

【 0 0 7 2 】

また、書き込み制御手段 3 2 b は、空きアドレスキュー Q 1 を含み、フレーム組立て手段 3 2 c は、ユニキャスト用キュー Q 2 とマルチキャスト用キュー Q 3 を含み、読み出し制御手段 3 2 d は、ユニキャスト用キュー Q 4 とマルチキャスト用キュー Q 5 を含む。なお、ここでのユニキャスト用とは回線出力側を、マルチキャスト用とはループバック側を対象にしたものである。

【 0 0 7 3 】

書き込み制御手段 3 2 b は、ヘッダ抽出手段 3 1 から送信されたヘッダ情報にもとづいて、パケットバッファ 3 2 a へのパケット書き込みが可能であるか否かを判断する。書き込み可能であれば、空きアドレスキュー Q 1 より W A (Write Address) を取得し、パケットバッファ 3 2 a と、フレーム組立て手段 3 2 c へ W A を送信する。

【 0 0 7 4 】

パケットバッファ 3 2 a は、受信した W A にしたがって、ヘッダ抽出手段 3 1 から送信されたパケットを書き込む。

フレーム組立て手段 3 2 c は、空きアドレスキュー Q 1 からの W A にしたがって、ユニキャスト用キュー Q 2 において W A のチェーンを形成させる。そして、1 フレーム分の W A のキューイングが完了した時点で、組立て情報を読み出し制御手段 3 2 d へ送信する。すなわち、1 フレーム分の各パケットの W A がキューイングされたら、1 フレームの組立てが完了したものとして、これらの W A を組立て情報として送信する。

【 0 0 7 5 】

読み出し制御手段 3 2 d は、組立て情報を受信すると、ループバックを行う場合、マルチキャスト用キュー Q 5 において、S G R P (scheduling group) 毎に

、組立て情報であるWAにもとづいて、WAチェーンを形成させる。

【0076】

そして、ユニキャスト用キューQ4からのRA (Read Address) の発行がなく、かつ後述のループバック手段33からのバックプレッシャ通知（後述のループバックFIFOがfullの時に出力される信号）がない場合に、マルチキャスト用キューQ5は、パケットバッファ32aへRAを送信する。

【0077】

すなわち、マルチキャスト用キューQ5で形成したWAチェーンをRAとして用いることで、パケットバッファ32aに書き込まれた1フレーム分のパケットの読み出し制御を行う。また、このRAを、パケットバッファ32aから読み出し制御を行ったことを示す読み出し情報として、フレーム組立て手段32cへ送信する。

【0078】

パケットバッファ32aは、マルチキャスト用キューQ5からのRAにしたがって、パケットの読み出しを行い、ループバック手段33へパケットとループバック情報（ループバックされたパケットであるか否かを知らせる信号）を送信する。なお、この場合のパケットは、ループバック・パケットである。

【0079】

フレーム組立て手段32cは、読み出し情報を受信すると、マルチキャスト用キューQ3において、SGRP毎に、読み出し情報であるRAを再度WAとしてWAのチェーンを形成させる。そして、1フレーム分のWAのキューイングが完了した時点で、これを組立て情報として読み出し制御手段32dへ送信する

読み出し制御手段32dは、組立て情報を受信すると、ユニキャストを行う場合、ユニキャスト用キューQ4において、組立て情報であるWAからWAチェーンを形成させる。そして、WAチェーンの形成後、ユニキャスト用キューQ4は、WAチェーンをRAとして、パケットバッファ32aへ送信する。また、このRAを読み出し情報として書き込み制御手段32bへ送信する。

【0080】

パケットバッファ32aは、読み出し制御手段32dから受信したRAにした

がって、パケットの読み出しを行い、ループバック手段 3 3 へパケットとループバック情報を送信する。

【 0 0 8 1 】

書き込み制御手段 3 2 b では、読み出し情報を受信すると、1 フレーム分のパケットの回線側出力及びループバック側出力のそれぞれに対するスケジューリング制御が完了したものであるとして、該当する R A に対応する W A の解放を行う。そして、空きアドレスキュー Q 1 の W A チェーンを更新する。

【 0 0 8 2 】

なお、読み出し制御手段 3 2 d は、ループバック手段 3 3 からバックプレッシャ通知を受信した場合には、パケットバッファ 3 2 a からのパケット読み出しを停止する。これにより、後述のループバック F I F O の輻輳を軽減できる。

【 0 0 8 3 】

なお、スケジューリング処理手段 3 2 は、上記で説明したスケジューリング処理を、Q O S (Quality Of Service) クラスにしたがって、優先度の高いものから行うことで、Q O S を保証した制御を行うことも可能である。

【 0 0 8 4 】

次にループバック手段 3 3 について説明する。図 1 2 はループバック手段 3 3 の構成を示す図である。ループバック手段 3 3 は、振り分け手段 3 3 a、ループバック F I F O 3 3 b、フレームカウンタ 3 3 c から構成される。

【 0 0 8 5 】

振り分け手段 3 3 a は、スケジューリング処理手段 3 2 からのループバック情報にもとづいて、パケットをループバック F I F O 3 3 b、または後述のパケット結合手段 3 4 のいずれかへ送信する。

【 0 0 8 6 】

例えば、ループバック情報が“1”ならば、受信したパケットが、ループバックされたものであることを示し、振り分け手段 3 3 a は、ループバック F I F O 3 3 b へ送信する。また、ループバック情報が“0”ならば、受信したパケットが、ループバックされたものでないことを示し、パケット結合手段 3 4 へ送信する。

【 0 0 8 7 】

ループバック F I F O 3 3 b は、パケットを受信すると、フレームの先頭パケット及び中間パケットに対しては、F I F O へ書き込む際に、W P (Write Pointer) と R P (Read Pointer) との比較により、F I F O の f u l l 状態をチェックする。そして、f u l l 状態の場合には、F I F O - f u l l フラグをセットし、スケジューリング処理手段 3 2 へバックプレッシャ通知を送信する。また、f u l l 状態でなければ F I F O へ書き込む。

【 0 0 8 8 】

一方、フレームの最終パケットを書き込む場合は、上記の f u l l 状態時の動作のほかに、フレームエンドフラグ及び存在フラグをセットして、後述のパケット選択手段 1 2 へそれらを送信し、フレームカウンタ 3 3 c をインクリメントする。

【 0 0 8 9 】

ループバック F I F O 3 3 b からのパケットの読み出しについては、後述のパケット選択手段 1 2 からのフレーム読み出し許可通知を契機に、1 フレーム分のパケットを連続的に読み出す。

【 0 0 9 0 】

また、フレームの先頭パケット及び中間パケットの読み出し時では、フレームエンドフラグをリセットし、R P と W P との比較により、F I F O の f u l l 状態をチェックし、f u l l 状態でなければ F I F O の f u l l フラグをリセットする。

【 0 0 9 1 】

フレームの最終パケットを読み出す場合は、R P の更新 / f u l l 状態チェックは先頭 / 中間パケットと同様に行い、さらにフレームエンドフラグをセットして、パケット選択手段 1 2 へフレームエンド通知を送信する。また、フレームカウンタ 3 3 c をデクリメントし、カウント値が 0 になれば存在フラグ（ループバック・パケットの存在を示すフラグ）をリセットし、パケット選択手段 1 2 への存在通知を解除する。

【 0 0 9 2 】

次にパケット選択手段 1 2 について説明する。図 1 3 はパケット選択手段 1 2 の構成を示す図である。パケット選択手段 1 2 は、マルチキャスト・スケジューリング処理手段 1 2 a とパケットセクタ 1 2 b から構成される。

【 0 0 9 3 】

マルチキャスト・スケジューリング処理手段 1 2 a は、分割バッファ手段 1 1 b (図 8 で上述) に 1 フレーム分のデータが蓄積された時点で、マルチキャスト情報付与手段 1 1 から送信されるパケット送出要求を受信する。さらに、ループバック F I F O 3 3 b (図 1 2 で上述) に 1 フレーム分のデータが蓄積された時点で、ループバック手段 3 3 から送信される存在通知を受信する。

【 0 0 9 4 】

すると、マルチキャスト・スケジューリング処理手段 1 2 a では、マルチキャスト情報付与手段 1 1 から送信されたパケット (回線ハイウェイ・パケット) と、ループバック手段 3 3 から送信されたパケット (ループバック・パケット) の調停制御を行って、いずれのパケットを選択するかを選択信号を生成する。また、マルチキャスト情報付与手段 1 1 とループバック手段 3 3 それぞれへ、パケット送信許可通知及びフレーム読み出し許可通知を送信する。

【 0 0 9 5 】

なお、調停制御は、通常、回線ハイウェイ・パケットを最優先とし、1 フレーム分のパケットを読み出した後は、再度調停制御を行う。

一方、マルチキャスト情報付与手段 1 1 よりパケット送出要求がなく、フレームエンド通知があり、かつループバック手段 3 3 からの読み出し要求がある場合は、ループバック手段 3 3 へフレーム読み出し許可通知を送信し、フレームエンド通知があるまで、1 フレーム分のループバック・パケットを選択しつづける。

【 0 0 9 6 】

なお、ループバック手段 3 3 からの読み出し要求が継続し、1 フレーム分のループバック・パケットを読み出し終わったときに、マルチキャスト情報付与手段 1 1 よりパケット送出要求があれば、回線ハイウェイ・パケットを選択する。

【 0 0 9 7 】

次にパケット結合手段 3 4 について説明する。受信したパケットが、マルチキ

キャストフレームの先頭パケットであれば、ペイロード領域からマルチキャスト識別情報 m I D を除いたデータをバッファへ書き込む。

【 0 0 9 8 】

また、中間パケットまたは最終パケットであれば、ペイロード領域の全データをバッファへ書き込む。なお、最終パケットを書き込む場合には、エンドフラグをセットし、フレームカウンタをインクリメントする。

【 0 0 9 9 】

一方、フレームカウンタが 1 以上の値を示している場合、先頭からエンドフラグがセットされているアドレスまで読み出しつづける。そして、エンドフラグがセットされているアドレスのデータを読み出すと、エンドフラグをリセットし、フレームカウンタをデクリメントする。このような処理によりパケットをフレーム化して出力することができる。

【 0 1 0 0 】

次に再帰マルチキャスト時のパケットの流れについて例を用いて説明する。図 1 4 は再帰マルチキャストの一例を示す図である。

入力回線インタフェース部 1 - 7 では、入力方路 i H W # 7 から入力したフレームをパケット分割し、マルチキャスト識別情報 m I D を付与し、タグ情報の変換を行う (T A G = 8 2) 。

【 0 1 0 1 】

T A G = 8 2 のパケットは、入力バッファ 4 1 - 7 を介してスイッチ部 2 へ送信され、 H W # 8 2 へのルーティング処理が行われる (ユニキャストと同様の処理) 。

【 0 1 0 2 】

T A G = 8 2 のパケットは、出力バッファ 4 2 - 8 2 を介して出力回線インタフェース部 3 - 8 2 へ送信される。

出力回線インタフェース部 3 - 8 2 は、 T A G = 8 2 のパケットを出力方路 o H W # 8 2 へ出力し、かつ入力回線インタフェース部 1 - 8 2 へループバックさせる。

【 0 1 0 3 】

入力回線インタフェース部 1 - 8 2 は、入力方路 i HW # 8 2 からのパケットと、ループバックされてきたパケットの調停を行って、ループバックされてきたパケットを選択する。そして、タグ情報の変換を行う (TAG = 8 7)。

【 0 1 0 4 】

TAG = 8 7 のパケットは、入力バッファ 4 1 - 8 2 を介してスイッチ部 2 へ送信され、HW # 8 7 へのルーティング処理が行われる (ユニキャストと同様の処理)。

【 0 1 0 5 】

TAG = 8 7 のパケットは、出力バッファ 4 2 - 8 7 を介して出力回線インタフェース部 3 - 8 7 へ送信される。

出力回線インタフェース部 3 - 8 7 は、TAG = 8 7 のパケットを出力方路 o HW # 8 7 へ出力し、かつ入力回線インタフェース部 1 - 8 7 へループバックさせる。

【 0 1 0 6 】

入力回線インタフェース部 1 - 8 7 は、入力方路 i HW # 8 7 からのパケットと、ループバックされてきたパケットの調停を行って、ループバックされてきたパケットを選択する。そして、タグ情報の変換を行う (TAG = 7)。

【 0 1 0 7 】

TAG = 7 のパケットは、入力バッファ 4 1 - 8 7 を介してスイッチ部 2 へ送信され、HW # 7 へのルーティング処理が行われる (ユニキャストと同様の処理)。

【 0 1 0 8 】

TAG = 7 のパケットは、出力バッファ 4 2 - 7 を介して出力回線インタフェース部 3 - 7 へ送信される。

出力回線インタフェース部 3 - 7 は、TAG = 7 のパケットを出力方路 o HW # 7 へ出力する。

【 0 1 0 9 】

以上説明したように、本発明の通信装置 5 0 及び通信システム 5 は、入力回線側で、フレームをパケットに分割して、マルチキャスト識別情報の付与及びパケ

ットのタグ変換を行い、出力回線側では、パケットのループバック及びループバックの際のスケジューリングを行い、該当の出力方路からパケットを結合して出力する構成とした。

【0 1 1 0】

これにより、効率よく再帰的なマルチキャストを実現することが可能になり、複雑なアドレス管理が不要となる。また、ハードウェアの回路規模も削減され、L S I 開発工程を短縮することが可能になる。

【0 1 1 1】

次にパケット転送停止手段について説明する。パケット転送停止手段は、回線障害等が検出された場合に、マルチキャスト方路情報の対応するビット情報をディセーブルにする。そして、障害発生した回線へのパケット転送を停止する。これにより、正常な回線へのパケット転送のみを継続することが可能になる。

【0 1 1 2】

次に再帰マルチキャスト時におけるフレームの逆順発生について説明する。図 1 5 はフレームの逆順発生を示す図である。入力方路 i H W # 7 から、フレーム f 1 → フレーム f 2 → フレーム f 3 の順に複数のフレームが入力し、フレーム f 1 ~ f 3 が出力方路 o H W # 8 2 → o H W # 8 7 → o H W # 7 へマルチキャストされる場合を考える。

【0 1 1 3】

このようなマルチキャストツリーに対し、フレーム f 1 が位置 L p b 1 でループバックされた後に、H W # 8 2 が、回線障害等の理由でマルチキャスト対象から抜けたとする（o H W # 8 2 からのフレーム出力が閉鎖される）。すると、フレーム転送の流れとしては、フレーム f 1 は、i H W # 7 → o H W # 8 2 → o H W # 8 7 → o H W # 7 の順に転送されるが、パケット転送停止手段の制御により、後続のフレーム f 2、f 3 は、i H W # 7 → o H W # 8 7 → o H W # 7 の順に転送されることになる。

【0 1 1 4】

このような場合、フレーム f 1 がループバックしている間に（図中、A）、o H W # 8 7 へ向かってフレーム f 2 が流れるために、フレーム f 2 はフレーム f

1 よりも先に到着する可能性があり（図中、P 点）、○HW # 8 7 へはフレーム f 2、f 1、f 3 の順序で出力されることになる。その後、フレーム f 2、f 1、f 3 の順で、位置 L p b 2 でループバックされて、○HW # 7 からフレーム f 2、f 1、f 3 の順序で出力されることになる。

【0 1 1 5】

このように、マルチキャストの実行中、マルチキャストツリーが何らかの要因で変更してしまうと、フレームの輻輳状態によって、フレームの逆順が発生してしまうおそれがあった。

【0 1 1 6】

次にフレーム逆順発生を防止する本発明のフレーム転送について説明する。図 1 6 はフレームの逆順発生を防止した本発明のフレーム転送を示す図である。図 1 5 で上述したマルチキャストツリーに対し、フレーム f 1 が位置 L p b 1 でループバックされた後に、HW # 8 2 がマルチキャスト対象から抜けた場合、本発明では、HW # 8 2 の回線側から出力されないフレーム f 2 を、HW # 8 2 へダミーとして一旦転送して位置 L p b 1 でループバックさせる。これにより、P 点に対し、フレーム f 1 → フレーム f 2 → フレーム f 3 の順に到着させることができ、フレーム逆順の発生を防止することができる。

【0 1 1 7】

すなわち、HW # 8 2 がマルチキャストツリーから抜けたときに、元のマルチキャスト情報である○HW # 8 2 → ○HW # 8 7 → ○HW # 7 から、即座に変更後のマルチキャスト情報である○HW # 8 7 → ○HW # 7 に従うと、図 1 5 で示したようなフレーム逆順が発生してしまう。

【0 1 1 8】

したがって、本発明では、マルチキャストツリーが変更した以後の、ある一定時間の間は、元のマルチキャスト情報の出力方路の流れに従うように制御することで、フレーム逆順発生を防止する。

【0 1 1 9】

次に本発明のフレーム順序保証制御手段について上述の例にもとづいて説明する。図 1 7、図 1 8 はフレーム順序保証制御を説明するための図である。図に示

すフレームの状態は、入力回線インタフェース部 1-7 の i H W # 7 におけるフレーム到着時の状態を示している。図 1 7 ではフレーム f 1 とフレーム f 2 のバースト間隔が短く、図 1 8 ではフレーム f 1 とフレーム f 2 のバースト間隔が長くなっている状態を示している。

【 0 1 2 0 】

ここで、フレームの先頭パケットに付与されている P I D (パケット I D) を参照して、図 1 9 で後述するテーブルにアクセスすることで、マルチキャスト方路情報を認識することができる。このため、P I D を参照した後に、該当フレームのルーティング制御 (マルチキャスト制御) が実行されることになる。

【 0 1 2 1 】

したがって、フレーム f 1 の P I D 1 の参照時間と、フレーム f 2 の P I D 2 の参照時間との間隔である参照間隔時間 t_{ref} は、フレーム f 1 のルーティング制御が開始されてから、次にフレーム f 2 がルーティング制御されるまでの時間間隔となる。

【 0 1 2 2 】

ここで図 1 7 で、マルチキャスト変更要求時間 t_c が図の位置で発生し、時間 t_{loop} をフレーム f 1 のループバックにかかる所要時間とした場合には、マルチキャスト情報参照間隔時間 t_{ref1} が、時間 $(t_c + t_{loop})$ よりも小さくなるので、図 1 5 で示したように P 点で、フレーム f 1 とフレーム f 2 の順序逆転の可能性が生じてくる (フレーム f 1 が巡回しているときに、フレーム f 2 のルーティング制御が実行されてしまうから)。

【 0 1 2 3 】

一方、図 1 8 のように、マルチキャスト情報参照間隔時間 t_{ref2} が、時間 $(t_c + t_{loop})$ よりも大きいときは、図 1 5 で示した P 点で、フレーム f 1 とフレーム f 2 の順序逆転が生じることはない (フレーム f 1 の巡回が終了したときに、フレーム f 2 のルーティング制御が実行されるから)。

【 0 1 2 4 】

したがって、フレーム f 1 の P I D 1 を参照した後に、マルチキャストツリー変更要求があった場合、時間 t_{ref} と時間 $(t_c + t_{loop})$ を比較し、比

較結果が $t_{ref} < (t_c + t_{loop})$ のときは、フレーム f_2 のマルチキャストを、変更後の $\circ HW \# 87 \rightarrow \circ HW \# 7$ とはせずに、フレーム f_1 で行った $\circ HW \# 82 \rightarrow \circ HW \# 87 \rightarrow \circ HW \# 7$ でフレーム f_2 をマルチキャストする（変更前の古いタイプのマルチキャスト情報を適用する）。また、 $t_{ref} > (t_c + t_{loop})$ のときは、フレーム f_2 のマルチキャストを、変更後の $\circ HW \# 82 \rightarrow \circ HW \# 87 \rightarrow \circ HW \# 7$ でマルチキャストする（変更後の新規のマルチキャスト情報を適用する）。

【0125】

次に時間算出の一般式について説明する。マルチキャスト情報参照間隔時間を t_{ref} 、マルチキャスト変更要求時間を t_c 、回線削減数を K （最初のマルチキャストツリーから抜けた回線の数のこと。上記の例では、 $HW \# 82$ の 1 回線が抜けたので $K = 1$ である）、1 回線当たりのループバック時間を t_{loop} とした場合に、以下の式で表される。

【0126】

【数1】

$$t_{ref} > (t_c + K \times t_{loop}) \quad \dots (1)$$

を満たさない場合には、フレーム逆転順序が生じる可能性ありとして、マルチキャストツリー変更後のフレームに対し、元のマルチキャスト情報の出力方路の流れに従うように制御する。また、式（1）を満たす場合には、フレーム逆転順序が生じる可能性なしとして、マルチキャストツリー変更後のフレームに対し、変更後のマルチキャスト情報でのフレーム転送を行う。

【0127】

また、時間 t_{loop} の算出式は、各構成要素（入力回線インタフェース部 1、スイッチ部 2、出力回線インタフェース部 3 など）での信号伝搬の固定遅延時間の累積値を D_1 、フレームがバッファに滞留する際の最大の滞留フレームサイズを D_2 （ワーストケースを考える）、バッファから該当のフレームを読み出す際のフレーム読み出しレートを D_3 とした場合に、以下の式

【0128】

【数2】

$$t_{loop} = D1 + (D2 / D3) \quad \dots (2)$$

で求められる。

【 0 1 2 9 】

図 1 9 は時間管理テーブル及び時刻設定レジスタを示す図である。時間管理テーブル T 3 は、マルチキャスト対象回線フラグ T 3 a、前 P I D 参照時刻 T 3 b、マルチキャスト変更要求時刻 T 3 c、回線削減数 T 3 d、マルチキャストツリー抜け対象回線フラグ T 3 e から構成され、各 P I D 毎にそれぞれの情報が記載される。

【 0 1 3 0 】

マルチキャスト対象回線フラグ T 3 a は、マルチキャストすべき回線を示すフラグからなるビットマップ情報である。前 P I D 参照時刻 T 3 b は、前回のフレームの P I D の参照時刻が示される。例えば、フレーム f 2 の時間管理を行っている場合には、フレーム f 1 の P I D 1 を参照した時刻がこの欄に示される。マルチキャスト変更要求時刻 T 3 c は、上述したマルチキャスト変更要求時間 t c のことである。回線削減数 T 3 d は、上述したマルチキャスト抜けの回線削減数 K のことである。マルチキャストツリー抜け対象回線フラグ T 3 e は、マルチキャスト抜けの回線を示すフラグからなるビットマップ情報である。

【 0 1 3 1 】

また、現在時刻設定レジスタ R 1 は、装置内のタイマが一定周期でカウントしているカウント値を時刻として格納するレジスタであり、この値は P I D 参照時刻やマルチキャスト変更要求時刻として用いられる。時刻設定レジスタ R 2 は、上述した 1 回線当たりのループバック時間 t l o o p の時刻値を格納するレジスタである。

【 0 1 3 2 】

ここで、これらのテーブル値を用いて、上述した例の場合を考えると、フレーム f 1 とフレーム f 2 のマルチキャスト情報参照間隔時間 t r e f は、（現在時刻レジスタ R 1 の設定値）－（前 P I D 参照時刻 T 3 b の値）により、 $t_{ref} = 5000 (= 5000 - 0)$ 、マルチキャスト変更要求時間 t c は $t_c = 10$ 、回線削減数 K は $K = 1$ 、1 回線当たりのループバック時間 t l o o p は時刻設

定レジスタ R2 の値である 4096 である。

【0133】

したがって、 $5000 < 10 + 1 \times 4096 (= 5006)$ となるので、式 (1) は満たされず、フレーム逆転順序が生じる可能性ありとして、元のマルチキャスト情報の出力方路の流れに従うようにフレーム f2 のルーティング制御（この例では、HW # 82 へフレーム f2 をダミーとして転送する）を行うことになる。

【0134】

なお、上記の例ではフレーム逆順の防止策を説明するために、フレーム f1 → フレーム f2 → フレーム f3 の順に回線側から入力がある場合に、マルチキャストツリーの変更時に、フレーム f2 → フレーム f1 → フレーム f3 と逆順するものとして、フレーム f1 とフレーム f2 に対するフレーム逆順防止について説明したが、フレーム輻輳状態によってフレーム f2 → フレーム f3 → フレーム f1 と逆順するような場合でも、本発明のフレーム順序保証制御をフレーム f1 ~ f3 に行えば、同様にしてフレーム逆順の防止を図ることができる。

【0135】

また、上記の説明では、式 (1) の条件を満たすまで、ダミーとしてのフレームを転送するので、スイッチ部 2 でのスイッチ内帯域リソースが必要である。一方、他の実施の形態として、式 (1) の条件が満たす場合にのみ、上位からのマルチキャストツリーの変更要求を受け付ける構成にしてもよい。このようにすればダミーフレームが不要なため、スイッチ内の帯域リソースが不要となる。ただし、この場合、式 (1) の条件が満たされるまで、マルチキャストツリーの変更要求情報を保持しておく必要がある。

【0136】

次に図 11 で説明したスケジューリング処理手段 32 の、他の実施の形態について説明する。図 20 はスケジューリング処理手段 32 の他の実施の形態を示す図である。スケジューリング処理手段 32-1 は、パケットバッファ 32a-1、書き込み制御手段 32b-1、フレーム組立て手段 32c-1、読み出し制御手段 32d-1 から構成される。

【 0 1 3 7 】

また、書き込み制御手段 3 2 b - 1 は、空きアドレスキュー Q 1 - 1（ユニキャスト用）、Q 1 - 2（マルチキャスト用）を含み、フレーム組立て手段 3 2 c - 1 は、ユニキャスト用キュー Q 2 - 1 とマルチキャスト用キュー Q 3 - 1 を含み、読み出し制御手段 3 2 d - 1 は、ユニキャスト用キュー Q 4 - 1 とマルチキャスト用キュー Q 5 - 1 を含む。

【 0 1 3 8 】

書き込み制御手段 3 2 b - 1 は、受信したパケットがマルチキャストパケットである場合（回線出力及びループバックを行う場合）、ヘッダ抽出手段 3 1 から送信されたヘッダ情報にもとづいて、パケットバッファ 3 2 a - 1 へのパケット書き込みが可能であるか否かを判断する。書き込み可能であれば、空きアドレスキュー Q 1 - 1、Q 1 - 2 より 2 つの WA を取得し、パケットバッファ 3 2 a - 1 と、フレーム組立て手段 3 2 c - 1 へ WA を送信する。

【 0 1 3 9 】

パケットバッファ 3 2 a - 1 は、ヘッダ抽出手段 3 1 から送信された 1 つのパケットを、受信した 2 つの WA に書き込む。

フレーム組立て手段 3 2 c - 1 は、空きアドレスキュー Q 1 - 1 からの WA にしたがって、ユニキャスト用キュー Q 2 - 1 において WA のチェーンを形成させる。また、空きアドレスキュー Q 1 - 2 からの WA にしたがって、マルチキャスト用キュー Q 3 - 1 において WA のチェーンを形成させる。

【 0 1 4 0 】

そして、1 フレーム分の WA のキューイングが完了した時点でそれぞれ独立に、読み出し制御手段 3 2 d - 1 のユニキャスト用キュー Q 4 - 1 及びマルチキャスト用キュー Q 5 - 1 へ組立て情報を送信する。

【 0 1 4 1 】

ユニキャスト用キュー Q 4 - 1 は、組立て情報を受信すると、WA チェーンを RA として、パケットバッファ 3 2 a - 1 へ送信する。また、この RA を読み出し情報として書き込み制御手段 3 2 b - 1 へ送信する。

【 0 1 4 2 】

一方、マルチキャスト用キューQ5-1は、組立て情報を受信すると、ループバック手段33からのバックプレッシャ通知がない場合に、WAチェーンをRAとして、パケットバッファ32a-1へ送信する。また、このRAを読み出し情報として書き込み制御手段32b-1へ送信する。

【0143】

パケットバッファ32a-1は、ユニキャスト用キューQ4-1から受信したRAにしたがって、パケットの読み出しを行い、ループバック手段33へパケットとループバック情報を送信する。さらに、マルチキャスト用キューQ5-1から受信したRAにしたがって、パケットの読み出しを行い、ループバック手段33へパケットとループバック情報を送信する。

【0144】

書き込み制御手段32b-1では、読み出し情報を受信すると、1フレーム分のパケットの回線側出力及びループバック側出力のそれぞれに対するスケジューリング制御が完了したのものとして、該当するRAに対応するWAの解放を行う。そして、空きアドレスキューQ1-1、Q1-2のWAチェーンを更新する。

【0145】

以上説明したように、変形例であるスケジューリング処理手段32-1では、ユニキャスト用キューとマルチキャスト用キューとを独立に制御する構成とした。これにより、図11で上述したスケジューリング処理手段32のようなユニキャスト用キューとマルチキャスト用キューとを連携して制御した場合に比べて、処理の複雑さがなくなり、バッファ量は多くなるが処理を簡易に行うことが可能になる。

【0146】

次に本発明の通信システム5（通信制御部5とする）を多段接続して大規模スイッチを構成した多段スイッチシステムについて説明する。図21は多段スイッチシステムの構成を示す図である。図中、INF部は、入力回線インタフェース部1または出力回線インタフェース部3に対応し、BUF部（バッファ部）は、入力バッファ41または出力バッファ42に対応し、N×N__SWは、入力／出力がN回線のスイッチ部2に対応する。ただし、このBUF部には、マルチキャ

スト制御を行う機能を持たせてある。

【0147】

多段スイッチシステム60aは、通信制御部5を伝送媒体で複数接続した大規模スイッチシステムである。図の例では、3段構成となっており、各段の通信制御部5の台数がM台あるため、1段目の回線数は $M \times N$ 本、3段目の回線数は $N \times M$ 本である。

【0148】

このような構成では、2段目と3段目の入力側のINF部において、各々受信したパケットに対してマルチキャスト情報（マルチキャスト識別情報及びマルチキャスト方路情報を含む）の付与を行う。そして、マルチキャスト情報が付与されたマルチキャストパケットは、スイッチングされて、対応する出回線へコピーされて出力される。

【0149】

例えば、入回線i HW#1から入力されたパケットを、グループGaの出回線o HW#1A、o HW#2A、o HW#3Aに出力させる場合には、2段目でマルチキャストを行うことで、コピーされたパケットがo HW#1A、o HW#2A、o HW#3Aから出力される。

【0150】

また、入回線i HW#1から入力されたパケットを、グループGbの出回線o HW#1B、o HW#2B、o HW#3Bに出力させる場合には、2段目でのマルチキャストは必要なく、3段目でマルチキャストを行うことで、コピーされたパケットがo HW#1B、o HW#2B、o HW#3Bから出力される。

【0151】

次に多段スイッチシステムの変形例について説明する。図22は多段スイッチシステムの変形例の構成を示す図である。多段スイッチシステム60bは、入回線／出回線側のみにINF部を持ち、BUF部を介してスイッチ部が多段（図の例は3段）接続された構成となっている。

【0152】

多段スイッチシステム60bは、INFマルチキャスト及BUFマルチキャスト

トを行う。I N Fマルチキャストとは、I N F部で行う上記で説明してきたマルチキャストのことである。B U Fマルチキャストとは、多段スイッチシステム 6 0 bでのB U F部で行うマルチキャストのことである。

【 0 1 5 3 】

図 2 3 はマルチキャスト設定テーブルを示す図である。マルチキャスト設定テーブル T 4 は、P I D 毎に、I N Fマルチキャストを行うか否かを示す識別子（U E N と呼ぶ）と、B U Fマルチキャストを行うか否かを示す識別子（U S P と呼ぶ）と、ループバックを行うか否かを示す識別子（D E N と呼ぶ）と、の項目から構成される。

【 0 1 5 4 】

ここで、U E N = 1 のときは I N Fマルチキャストが実行される。U S P = 1 のときは B U Fマルチキャストが実行される。また、D E N = 1 のときはループバックが実行される。ただし、D E N の識別子情報は、B U Fマルチキャスト対象のパケットに対して設定される。そして、これらの識別子の値は、上位からのソフトウェア指示で設定される。

【 0 1 5 5 】

図 2 4 は多段スイッチシステム 6 0 b の動作の一例を示す図である。

〔 S 1 0 〕 I N F部 5 a は、入回線 i H W # 1 から入力したパケットを受信する。そして、このパケットがマルチキャストすべきパケットである場合、このパケットの P I D にもとづいて、マルチキャスト設定テーブル T 4 を参照し、I N Fマルチキャストまたは B U Fマルチキャストのいずれを行うのかを判断する。

【 0 1 5 6 】

I N Fマルチキャストを行う場合には（U E N = 1）、パケットにマルチキャスト方路情報及びタグを付与し、さらにマルチキャスト識別情報として I N Fマルチキャストである旨を示す情報を付与して転送する。

【 0 1 5 7 】

一方、B U Fマルチキャストを行う場合には（U S P = 1）、I N F部 5 a では、B U F部 4 a でマルチキャスト方路情報等を付与するための空き領域の確保のみ行い、マルチキャスト方路情報は付与しない。そして、マルチキャスト識別

情報としてBUFマルチキャストである旨を示す情報を付与して転送する。

〔S11〕BUF部4aは、INF部5aからマルチキャストパケットを受信すると、マルチキャスト識別情報からこのパケットがBUFマルチキャスト対象であることを認識したとする。すると、マルチキャスト方路情報を設定して、BUF部4aからマルチキャストを行う（図では2方路から転送されている）。

【0158】

なお、マルチキャストは1段目で一括して行うのではなく、2、3段目で分散して行うことにより、各段でのコピーによるスループットの劣化を抑制してもよい。

【0159】

また、マルチキャスト識別情報からINFマルチキャストと認識した場合、コピーはせずに、ユニキャストパケットとして、タグを参照してスイッチングを行って転送する。

〔S12〕INF部5b、5cは、転送されてきたパケットを受信すると、マルチキャスト識別情報を参照して、BUFマルチキャストされたパケットであることを認識する。そして、INF部5b、5cは、マルチキャスト設定テーブルT4を参照し、このパケットをループバックすべきか否かの判断を行う。

【0160】

ここで、DEN=1と設定されているものとする。INF部5b、5cは、パケットをそれぞれ出回線oHW#1a、1bから出力すると同時に、折り返し転送として、タグを付与してループバックする。さらに、ここでは、マルチキャスト識別情報をINFマルチキャストに変換する。なお、DEN=0の場合には、出回線oHW#1a、1bへ出力のみ行い、ループバックは行わない。

【0161】

一方、INF部5b、5cは、転送されてきたパケットを受信して、マルチキャスト識別情報から、INFマルチキャストあることを認識した場合、マルチキャスト方路情報を参照し、自回線以外のビットが立っていたら（oHW#1a、1b以外の回線にビットが立っていたら）、タグを付与してループバック処理を行い、折り返して転送する。

〔S 1 3〕 B U F 部 4 b、4 c は、ループバックされたパケットを受信すると、マルチキャスト識別情報から I N F マルチキャストであることを認識し、ユニキャストと同様にタグを付与して転送する。なお、マルチキャスト識別情報が B U F マルチキャストであれば、B U F 部 4 b、4 c でマルチキャストされることになる。

〔S 1 4〕 ルーティングの一方の側の B U F 部 4 d、4 e は、マルチキャスト識別情報によらず、受信したパケットをユニキャストと同様にタグを付与して転送し、パケットは回線 〇 H W # 1 c から出力される。

【 0 1 6 2 】

また、他方のルーティング側の B U F 部 4 f、4 g は、マルチキャスト識別情報によらず、受信したパケットをユニキャストと同様にタグを付与して転送する。

〔S 1 5〕 I N F 部 5 d は、ループバックされてきたパケットに対して、ステップ S 1 2 と同様な処理を行い、パケットを回線 〇 H W # 1 d から出力すると同時に、折り返しが必要な場合にはループバック処理を行う。以降同様にしてパケットのルーティング制御を行う。

【 0 1 6 3 】

このように、本発明の多段スイッチシステムでは、通信制御部 5 を多段に接続して、上記のようなルーティング制御を行う構成とした。これにより、大規模なスイッチング制御及びマルチキャスト制御を高速に行うことが可能になる。

【 0 1 6 4 】

（付記 1） パケットのルーティングを行うスイッチ装置において、
 パケット内に設けられた、出力方路情報を含むタグにもとづいて、パケットのセルフルーティングを行うマトリクススイッチと、
 前記マトリクススイッチの N 個の出力ポートに対応して配置した N : 1 のセレクタと、前記セレクタが信号選択を行うためのセレクト情報を保持する設定レジスタと、から構成されるパケットコピー部と、

を有することを特徴とするスイッチ装置。

【 0 1 6 5 】

(付記 2) 第 1 の系と第 2 の系の両系から入力したパケットに対し、いずれか一方の系のパケットのルーティング及びパケットコピーの処理を行なって、前記第 1 の系と前記第 2 の系の両系から、処理後のパケットを出力する A P S 制御または装置二重化制御を行うことを特徴とする付記 1 記載のスイッチ装置。

【 0 1 6 6 】

(付記 3) パケットのルーティング及びパケットコピーを行なって、通常の出方方路の他に、試験機へつながる方路にもパケットを出力する S N O P 制御を行うことを特徴とする付記 1 記載のスイッチ装置。

【 0 1 6 7 】

(付記 4) パケット通信を行う通信装置において、

入力した可変長のフレームを固定長の複数のパケットに分割し、フレームのマルチキャストを行う場合には、先頭パケットのみに、マルチキャストを行う旨のマルチキャスト識別情報を、マルチキャスト情報として付与するマルチキャスト情報付与手段と、入力回線側からのパケットまたはループバックされたパケットのいずれかを選択するパケット選択手段と、選択されたパケットの前記マルチキャスト識別情報を認識して出力方路を検索し、出力方路情報を含むタグの変換を行うタグ変換手段と、から構成される入力回線インタフェース部と、

パケットを格納するパケットバッファに対し、フレーム連続性を保証するスケジューリングを行って、パケットの書き込み及び読み出しを行うスケジューリング処理手段と、前記パケットバッファから読み出されたパケットを、前記入力回線インタフェース部へループバックするループバック手段と、パケットを結合してフレームを生成し、該当する出力方路から出力するパケット結合手段と、から構成される出力回線インタフェース部と、

を有することを特徴とする通信装置。

【 0 1 6 8 】

(付記 5) 多数の回線を収容して、通信制御を行う通信システムにおいて、

入力した可変長のフレームを固定長の複数のパケットに分割し、フレームのマルチキャストを行う場合には、先頭パケットのみに、マルチキャストを行う旨のマルチキャスト識別情報を、マルチキャスト情報として付与するマルチキャスト

情報付与手段と、入力回線側からのパケットまたはループバックされたパケットのいずれかを選択するパケット選択手段と、選択されたパケットの前記マルチキャスト識別情報を認識して出力方路を検索し、出力方路情報を含むタグの変換を行うタグ変換手段と、から構成される入力回線インタフェース部と、

前記タグにもとづいて、パケットのセルフルーティングを行うマトリクススイッチと、前記マトリクススイッチのN個の出力ポートに対応して配置したN：1のセレクタ及び前記セレクタが信号選択を行うためのセレクト情報を保持する設定レジスタを含むパケットコピー部と、から構成されるスイッチ部と、

前記スイッチ部から出力されたパケットを格納するパケットバッファに対し、フレーム連続性を保証するスケジューリングを行って、パケットの書き込み及び読み出しを行うスケジューリング処理手段と、前記パケットバッファから読み出されたパケットを、前記入力回線インタフェース部へループバックするループバック手段と、パケットを結合してフレームを生成し、該当する出力方路から出力するパケット結合手段と、から構成される出力回線インタフェース部と、

を有することを特徴とする通信システム。

【0169】

(付記6) 前記タグ変換手段は、前記マルチキャスト識別情報を認識して出力方路を検索する際、自回線番号以降の最若番の回線番号から順番に検索を始めて、最後に前記自回線番号を検索することを特徴とする付記5記載の通信システム。

【0170】

(付記7) 前記マルチキャスト情報付与手段は、先頭パケットのみに、マルチキャストすべき方路が示されたマルチキャスト方路情報を、前記マルチキャスト情報として、マルチキャスト元で付与することを特徴とする付記5記載の通信システム。

【0171】

(付記8) 前記マルチキャスト情報付与手段は、前記マルチキャスト方路情報を付与する際は、誤り訂正符号を付与することを特徴とする付記7記載の通信システム。

【 0 1 7 2 】

(付記 9) 前記タグ変換手段は、前記マルチキャスト方路情報を持つパケット転送に対しては、出力方路の検索をせずに、前記マルチキャスト方路情報にしたがってタグ変換を行うことを特徴とする付記 7 記載の通信システム。

【 0 1 7 3 】

(付記 1 0) 前記スケジューリング処理手段は、パケットバッファと、ユニキャスト用キューと、マルチキャスト用キューとを有し、ユニキャストパケットとマルチキャストパケットに対して、前記ユニキャスト用キュー及び前記マルチキャスト用キューが連携した制御を行って、前記パケットバッファのアドレスを共用して、前記スケジューリング処理を行うことを特徴とする付記 5 記載の通信システム。

【 0 1 7 4 】

(付記 1 1) 前記スケジューリング処理手段は、ループバック用に読み出した読み出しアドレスを、再度書き込みアドレスとして、キュー内に前記書き込みアドレスのチェーンを形成することを特徴とする付記 1 0 記載の通信システム。

【 0 1 7 5 】

(付記 1 2) 前記スケジューリング処理手段は、パケットバッファと、ユニキャスト用キューと、マルチキャスト用キューとを有し、ユニキャストパケットとマルチキャストパケットに対して、前記ユニキャスト用キュー及び前記マルチキャスト用キューが独立した制御を行って、前記パケットバッファのアドレスを個別に用いて、前記スケジューリング処理を行うことを特徴とする付記 5 記載の通信システム。

【 0 1 7 6 】

(付記 1 3) 前記スケジューリング処理手段は、Q O S 毎に前記スケジューリング処理を行うことを特徴とする付記 5 記載の通信システム。

(付記 1 4) 前記ループバック手段は、ループバックすべきパケットを格納するメモリを有し、前記メモリが f u l l 状態の時には、前記 f u l l 状態であることを通知する信号を、前記スケジューリング処理手段へ送信することを特徴とする付記 5 記載の通信システム。

【0177】

(付記15) 前記パケット選択手段は、入力回線側からのパケットまたはループバックされたパケットのいずれかを選択する際に、フレーム単位での調停制御を行うことを特徴とする付記5記載の通信システム。

【0178】

(付記16) 障害が検出された場合には、マルチキャスト方路情報の対応するビット情報をディセーブルにし、障害発生した回線へのパケット転送を停止するパケット転送停止手段をさらに有することを特徴とする付記5記載の通信システム。

【0179】

(付記17) 前記入力回線インタフェース部は、マルチキャストツリーの変更要求時に、フレーム逆順発生を防止するフレーム順序保証制御手段をさらに有し、前記フレーム順序保証制御手段は、フレームのルーティング制御間隔であるマルチキャスト情報参照間隔時間を t_{ref} 、マルチキャスト変更要求時間を t_c 、回線削減数を K 、1回線当たりのループバック時間を t_{loop} とした場合に、以下の算出式、

$$t_{ref} > (t_c + K \times t_{loop})$$

を満たさない場合には、フレーム逆順が生じる可能性ありとして、変更要求前のマルチキャスト方路情報にもとづいてルーティング制御を行い、満たす場合には、変更要求後のマルチキャスト方路情報にもとづいてルーティング制御を行うことを特徴とする付記5記載の通信システム。

【0180】

(付記18) 前記フレーム順序保証制御手段は、前記算出式が満たされるまで、変更要求前のマルチキャスト方路情報にもとづくルーティング制御として、前記マルチキャストツリーから抜けた回線に、ダミーとしてのフレームを転送することで、フレーム逆順発生を防止することを特徴とする付記17記載の通信システム。

【0181】

(付記19) 前記フレーム順序保証制御手段は、前記算出式が満たされる場

合にのみ、前記マルチキャストツリーの変更要求を受け付けて、変更要求後のマルチキャスト方路情報にもとづいてルーティング制御を行うことで、フレーム逆順発生を防止することを特徴とする付記 1 7 記載の通信システム。

【 0 1 8 2 】

(付記 2 0) 多数の回線を収容して、通信制御を行う多段スイッチシステムにおいて、

入力した可変長のフレームを固定長の複数のパケットに分割し、フレームのマルチキャストを行う場合には、先頭パケットのみに、マルチキャストを行う旨のマルチキャスト識別情報を付与するマルチキャスト情報付与手段と、入力回線側からのパケットまたはループバックされたパケットのいずれかを選択するパケット選択手段と、選択されたパケットの前記マルチキャスト識別情報を認識して出力方路を検索し、出力方路情報を含むタグの変換を行うタグ変換手段と、から構成される入力回線インタフェース部と、前記タグにもとづいて、パケットのセルフルーティングを行うマトリクススイッチと、前記マトリクススイッチの N 個の出力ポートに対応して配置した N : 1 のセレクトタ及び前記セレクトタが信号選択を行うためのセレクト情報を保持する設定レジスタを含むパケットコピー部と、から構成されるスイッチ部と、前記スイッチ部から出力されたパケットを格納するパケットバッファに対し、フレーム連続性を保証するスケジューリングを行って、パケットの書き込み及び読み出しを行うスケジューリング処理手段と、前記パケットバッファから読み出されたパケットを、前記入力回線インタフェース部へループバックするループバック手段と、パケットを結合してフレームを生成し、該当する出力方路から出力するパケット結合手段と、から構成される出力回線インタフェース部と、から構成される通信制御部と、

前記通信制御部を多段に接続する伝送媒体と、

を有することを特徴とする多段スイッチシステム。

【 0 1 8 3 】

(付記 2 1) 前記通信制御部は、スイッチング前またはスイッチング後のパケットのバッファリング制御及びマルチキャスト制御を行うバッファ部をさらに有することを特徴とする付記 2 0 記載の多段スイッチシステム。

【 0 1 8 4 】

(付記 2 2) 前記通信制御部は、前記入力回線インタフェース部及び前記出力回線インタフェース部を用いてのマルチキャストである I N F マルチキャスト、または前記バッファ部を用いてのマルチキャストである B U F マルチキャストの少なくとも一方のマルチキャストを行うことを特徴とする付記 2 1 記載の多段スイッチシステム。

【 0 1 8 5 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のスイッチ装置は、出力方路情報を含むタグにもとづいて、パケットのセルフルーティングを行うマトリクススイッチと、マトリクススイッチの N 個の出力ポートに対応して配置した N : 1 のセクタと、で構成した。これにより、大規模なルーティングテーブルなどを用意することなく、大容量で高速なルーティングが可能になる。

【 0 1 8 6 】

また、本発明の通信装置は、入力回線側で、フレームをパケットに分割して、マルチキャスト識別情報の付与及びパケットのタグ変換を行い、出力回線側では、パケットのループバック及びループバックの際のスケジューリングを行い、該当の出力方路からパケットを結合して出力する構成とした。これにより、効率のよい高品質なマルチキャストを行うことが可能になる。

【 0 1 8 7 】

さらに、本発明の通信システムは、スイッチ部は、出力方路情報を含むタグにもとづいて、パケットのセルフルーティングを行うマトリクススイッチと、マトリクススイッチの N 個の出力ポートに対応して配置した N : 1 のセクタと、で構成し、入力回線側では、フレームをパケットに分割して、マルチキャスト識別情報の付与及びパケットのタグ変換を行い、出力回線側では、パケットのループバック及びループバックの際のスケジューリングを行い、該当の出力方路からパケットを結合して出力する構成とした。これにより、大規模なルーティングテーブルなどを用意することなく、大容量で高速なルーティングが可能になり、かつ効率のよい高品質なマルチキャストを行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のスイッチ装置の原理図である。

【図 2】

Per-Line収容時の A P S を示す図である。

【図 3】

Multi-Line収容時の A P S を示す図である。

【図 4】

装置二重化制御を示す図である。

【図 5】

S N O P を示す図である。

【図 6】

通信システムの構成を示す図である。

【図 7】

入力／出力回線インタフェース部の構成を示す図である。

【図 8】

マルチキャスト情報付与手段の構成を示す図である。

【図 9】

タグ変換の様子を示す図である。

【図 1 0】

ヘッダ抽出手段の動作手順を示すフローチャートである。

【図 1 1】

スケジューリング処理手段の構成を示す図である。

【図 1 2】

ループバック手段の構成を示す図である。

【図 1 3】

パケット選択手段の構成を示す図である。

【図 1 4】

再帰マルチキャストの一例を示す図である。

【図 1 5】

フレームの逆順発生を示す図である。

【図 1 6】

フレームの逆順発生を防止した本発明のフレーム転送を示す図である。

【図 1 7】

フレーム順序保証制御を説明するための図である。

【図 1 8】

フレーム順序保証制御を説明するための図である。

【図 1 9】

時間管理テーブル及び時刻設定レジスタを示す図である。

【図 2 0】

スケジューリング処理手段の他の実施の形態を示す図である。

【図 2 1】

多段スイッチシステムの構成を示す図である。

【図 2 2】

多段スイッチシステムの変形例の構成を示す図である。

【図 2 3】

マルチキャスト設定テーブルを示す図である。

【図 2 4】

多段スイッチシステムの動作の一例を示す図である。

【符号の説明】

2 スイッチ装置

2 0 パケットコピー部

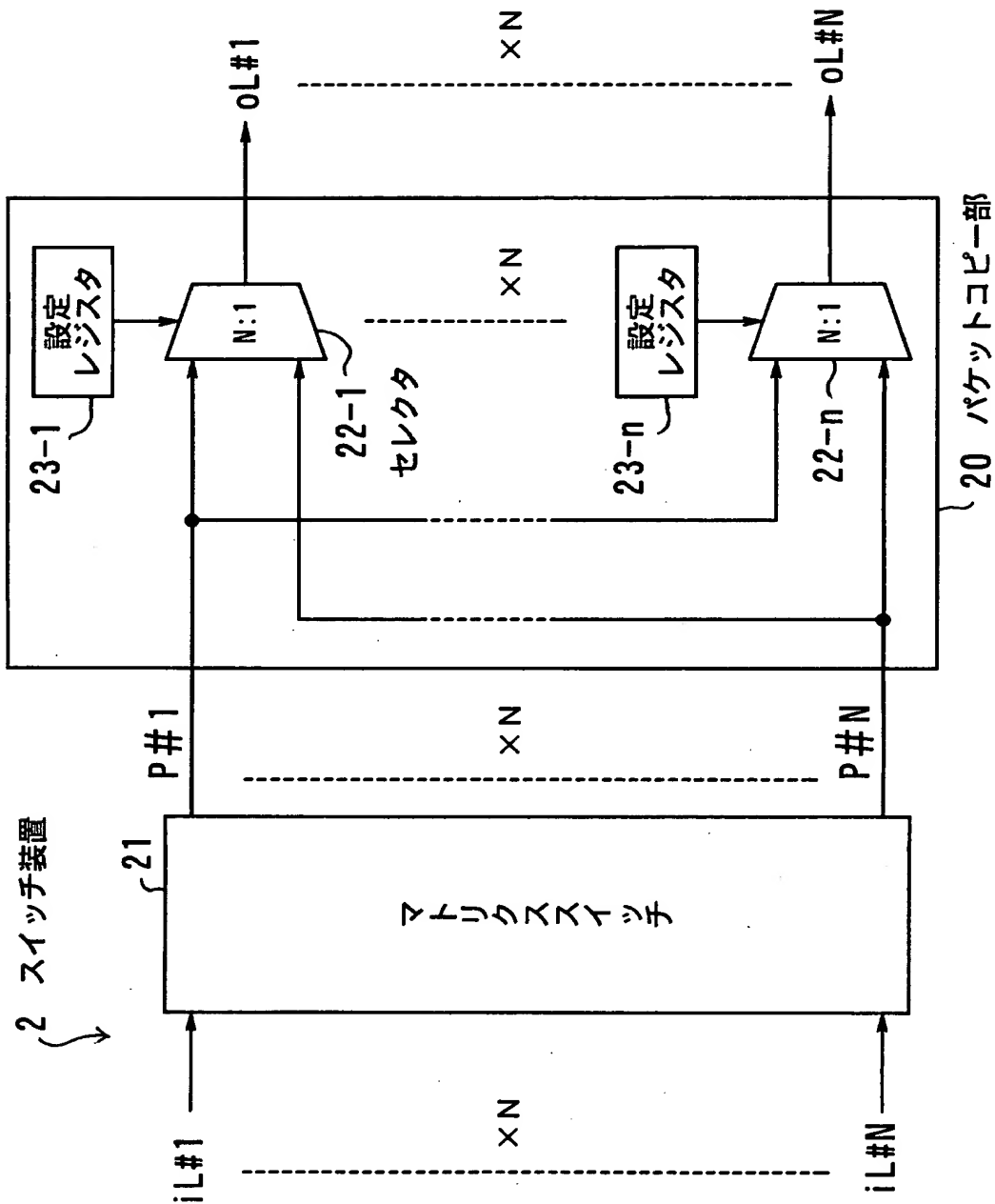
2 1 マトリクススイッチ

2 2 - 1 ~ 2 2 - n セレクタ

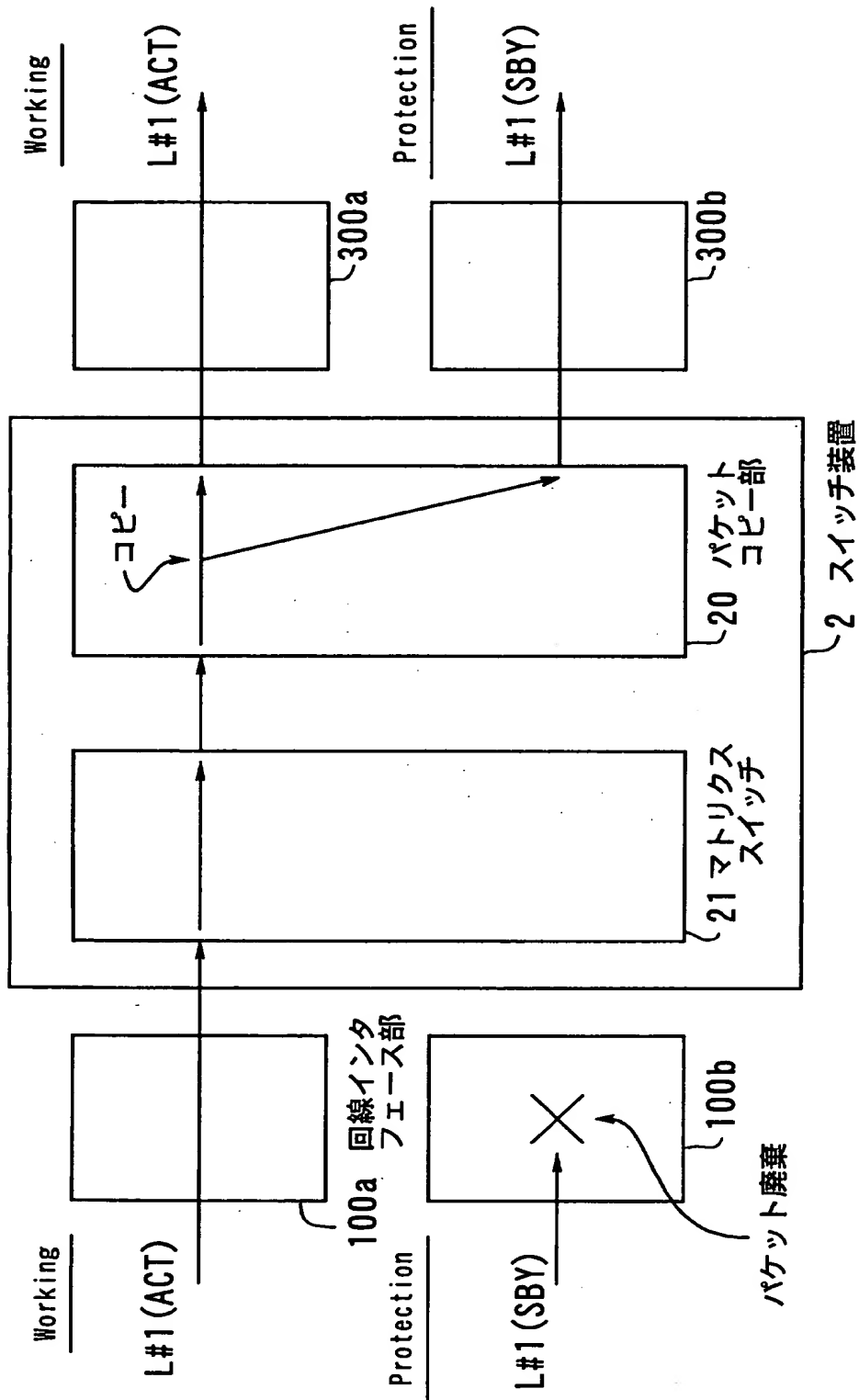
2 3 - 1 ~ 2 3 - n 設定レジスタ

【書類名】 図面

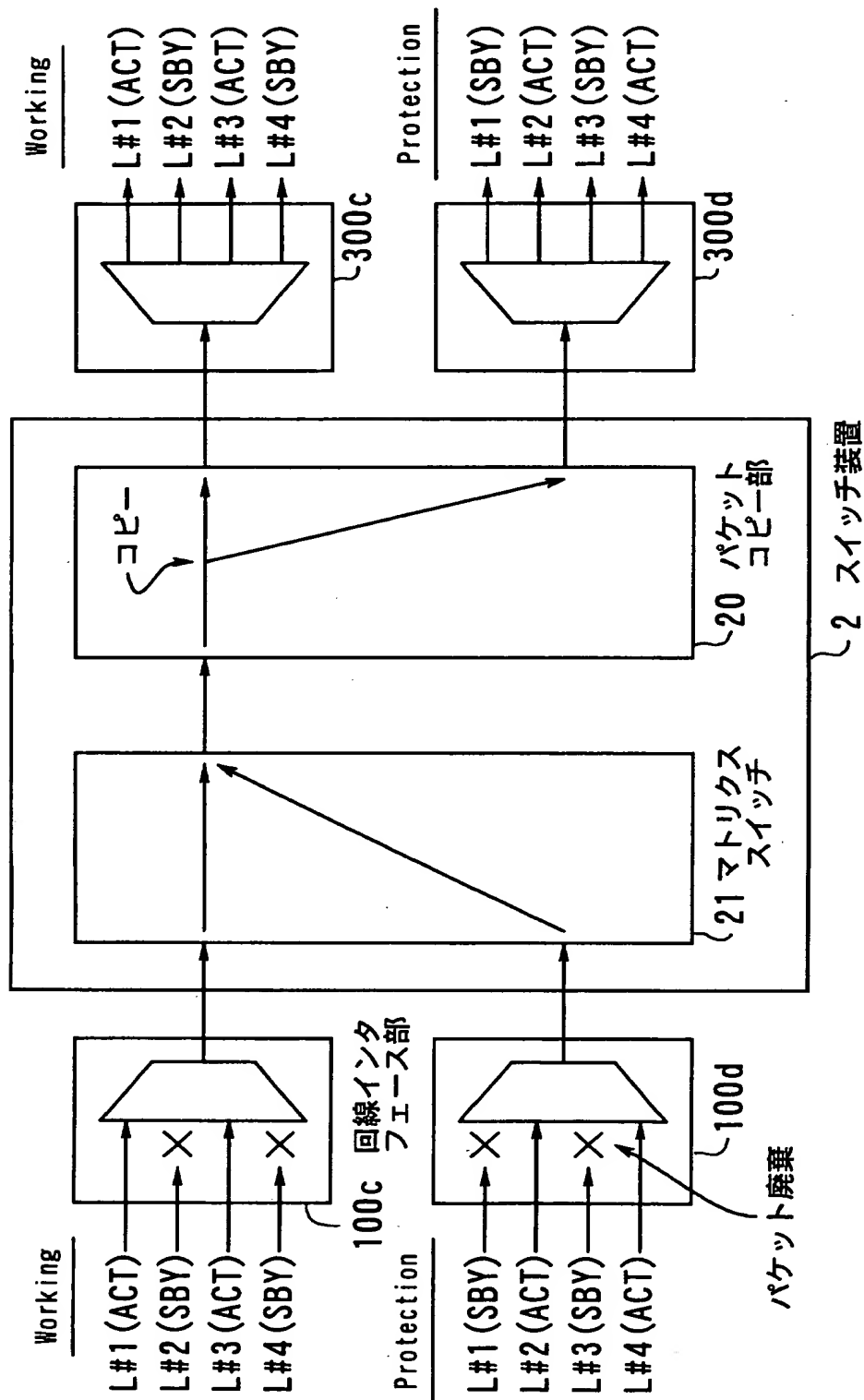
【図 1】



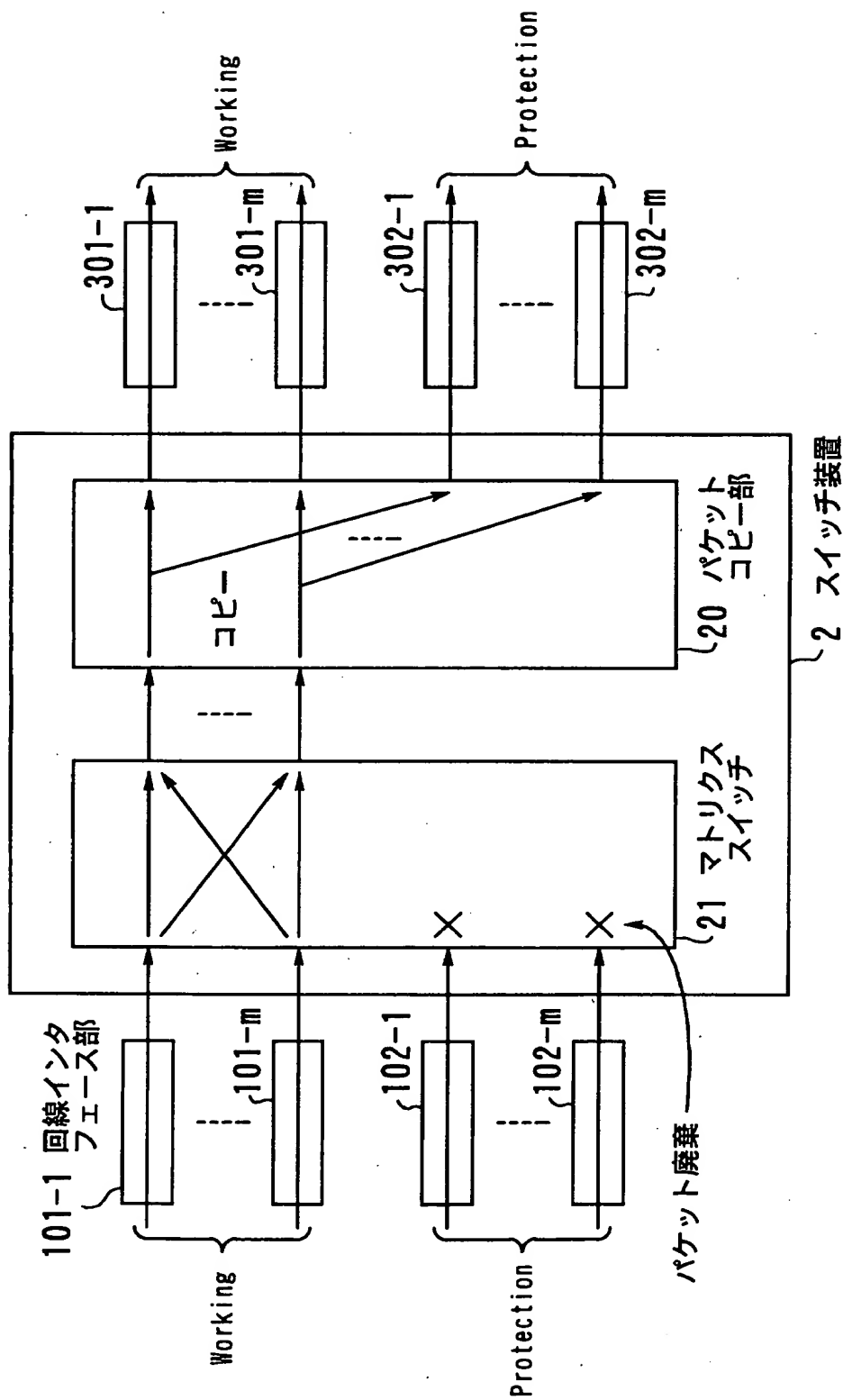
【図 2】



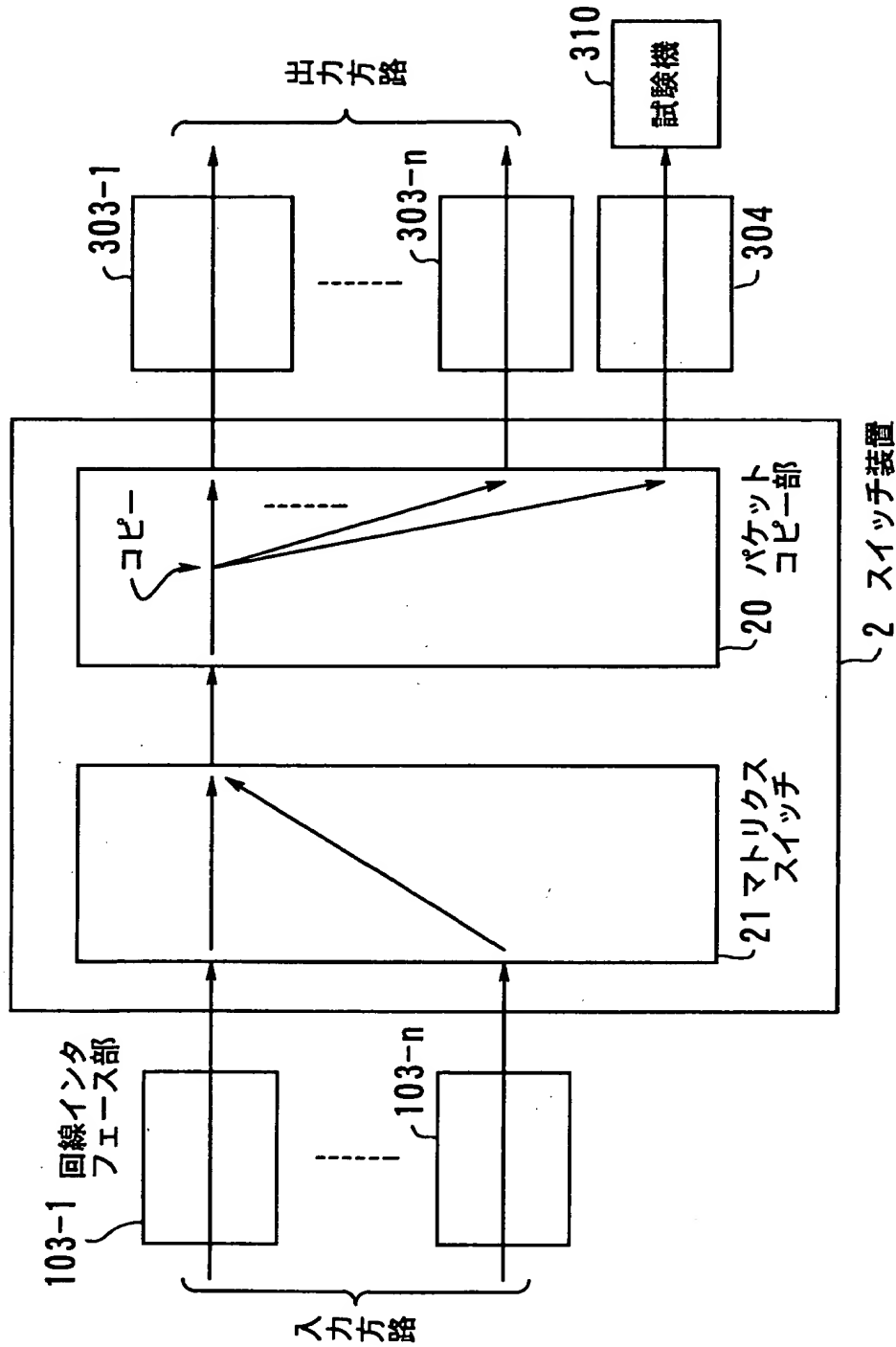
【図 3】



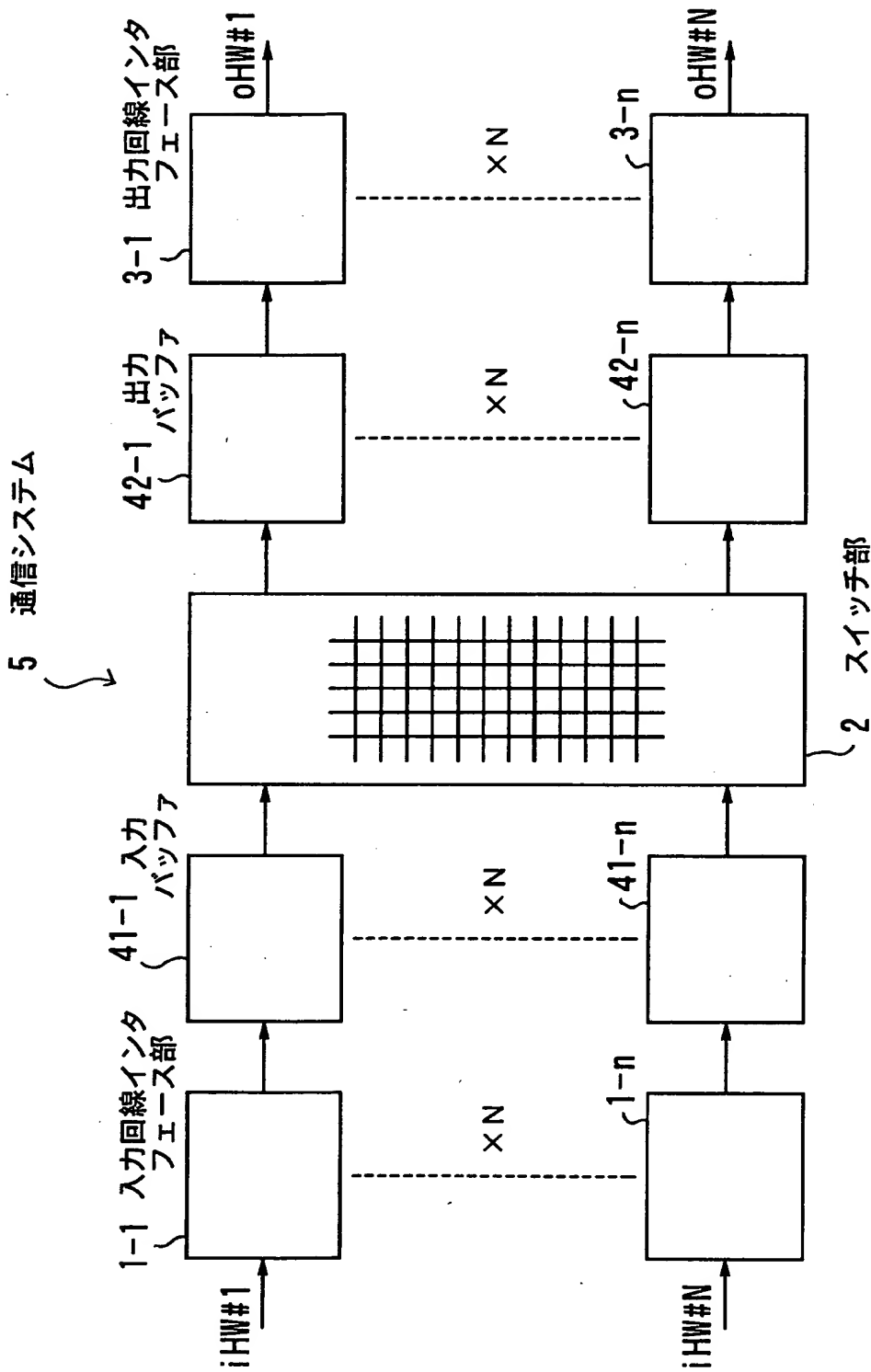
【図4】



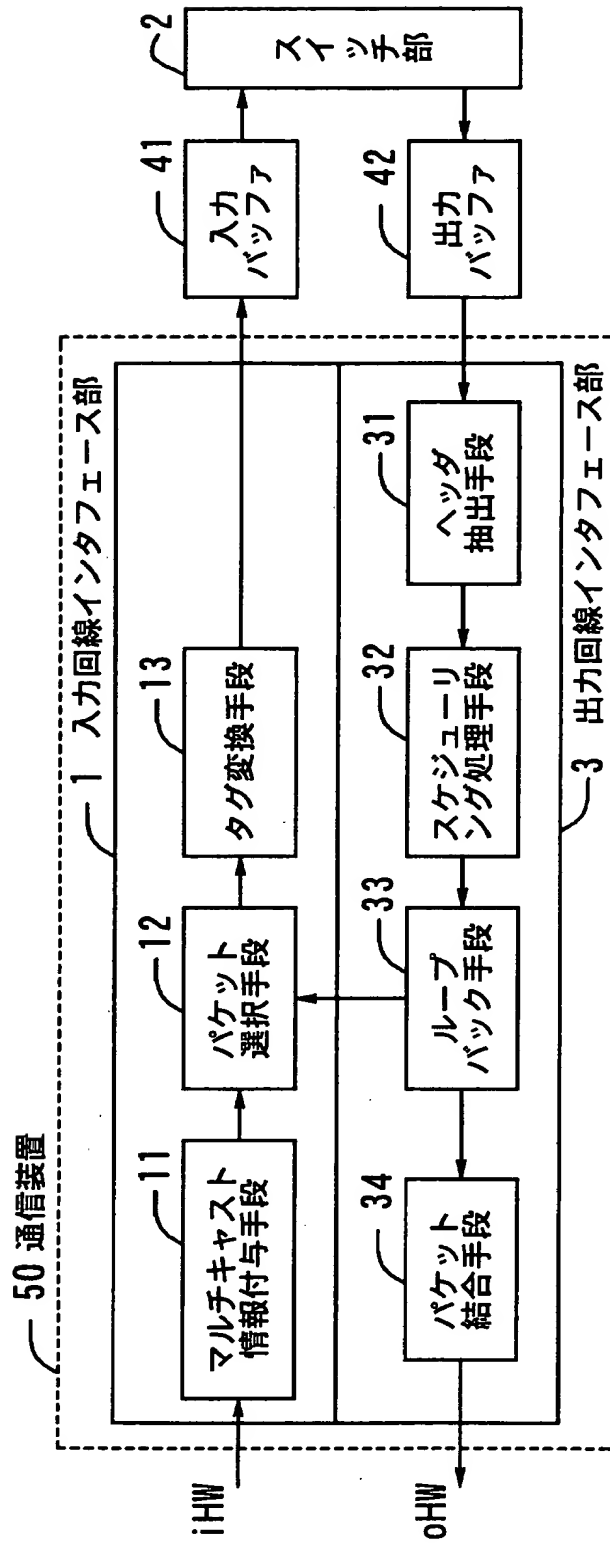
【図 5】



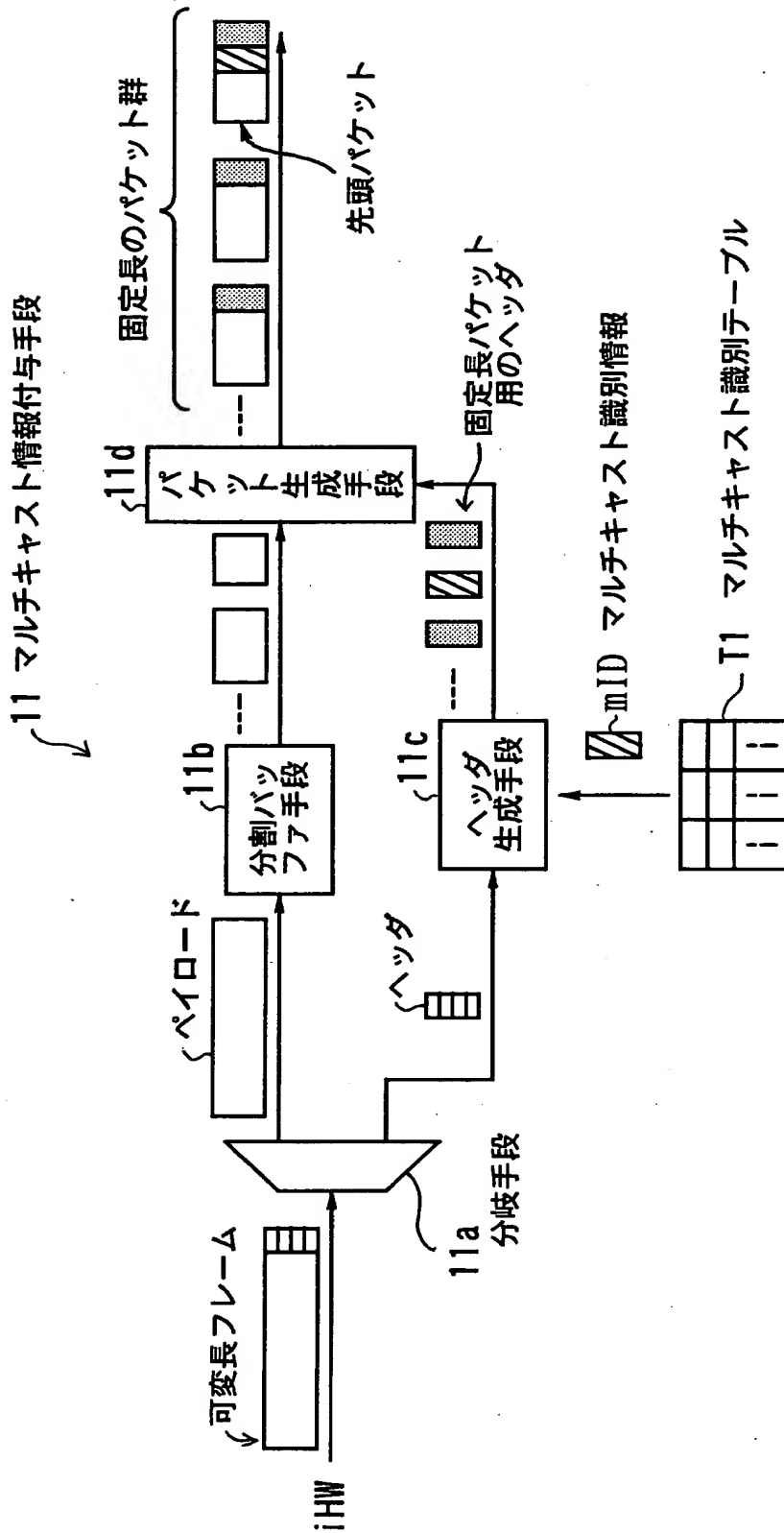
【図 6】



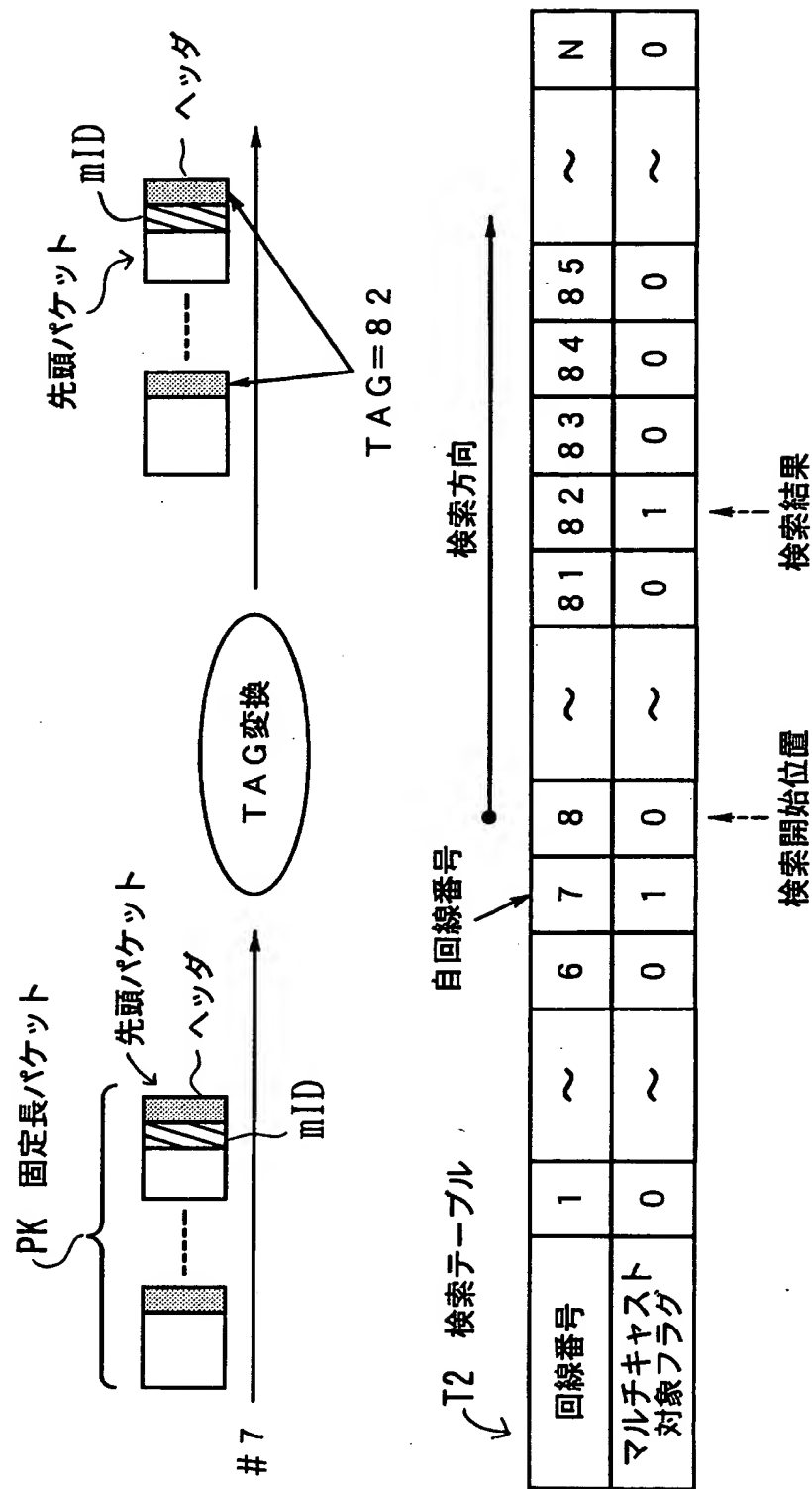
【図7】



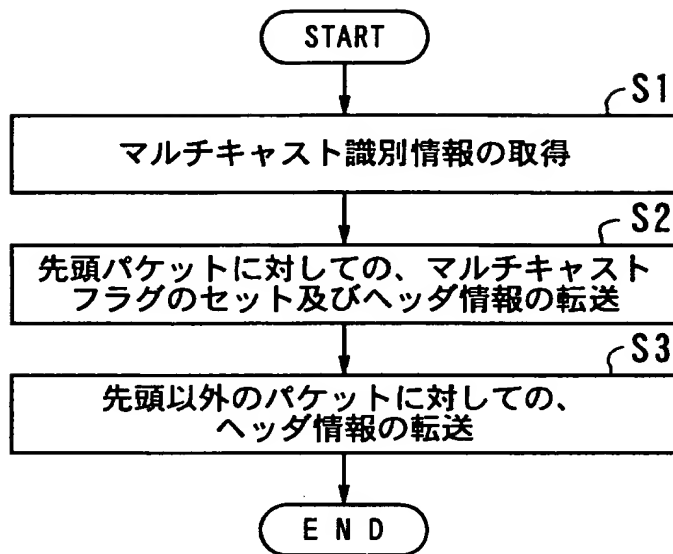
【図 8】



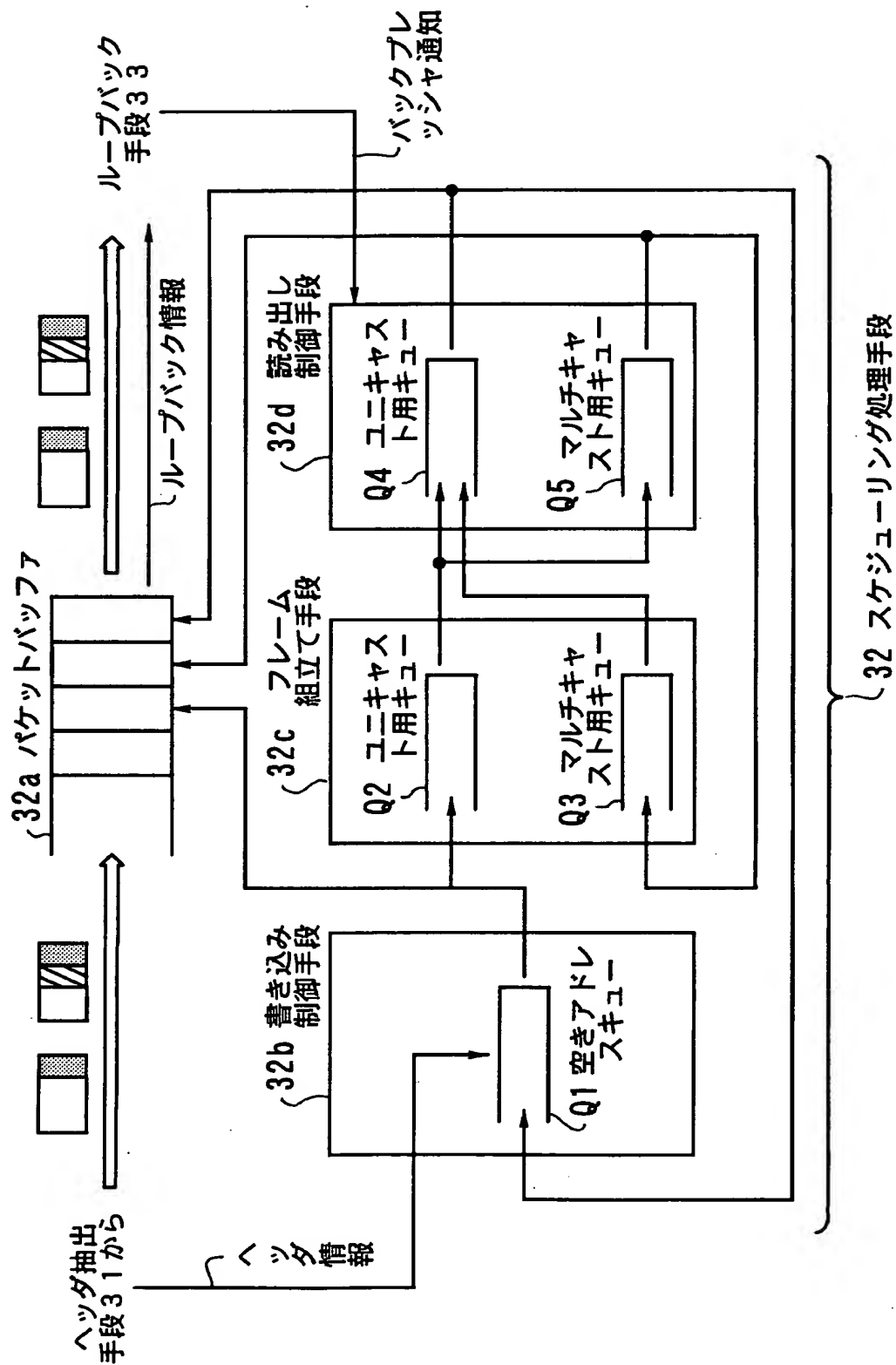
【図 9】



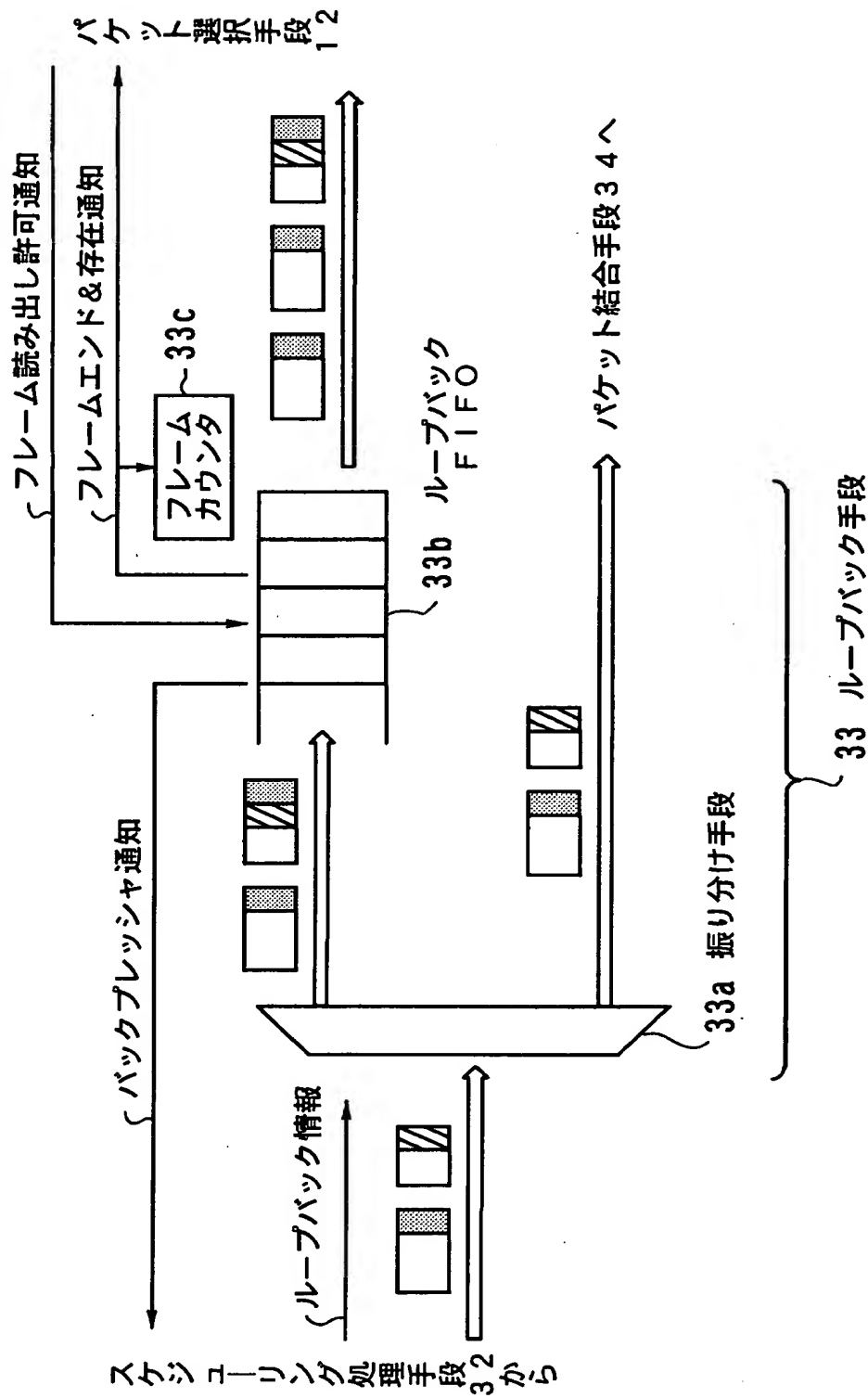
【図 1 0】



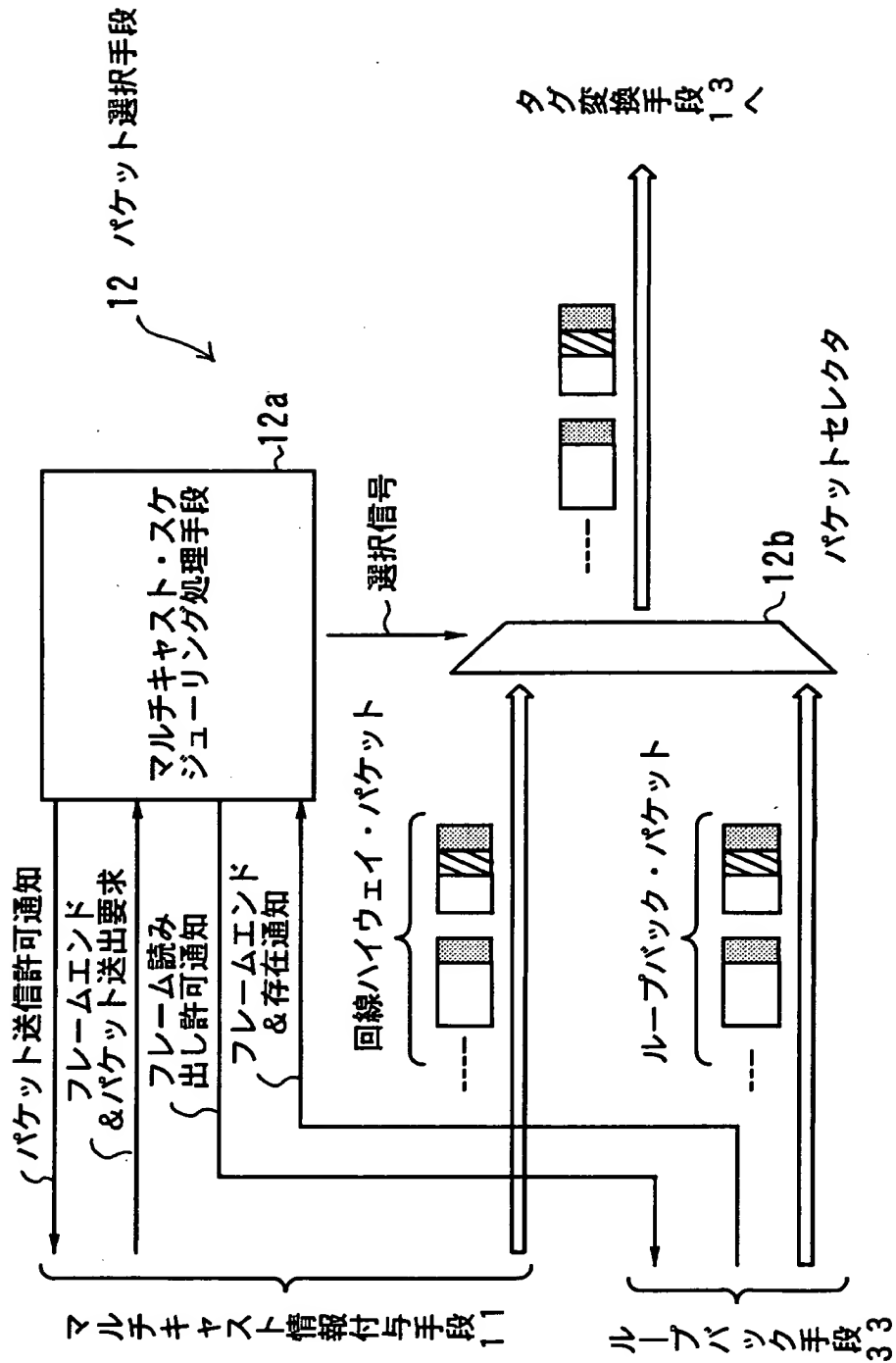
【図 11】



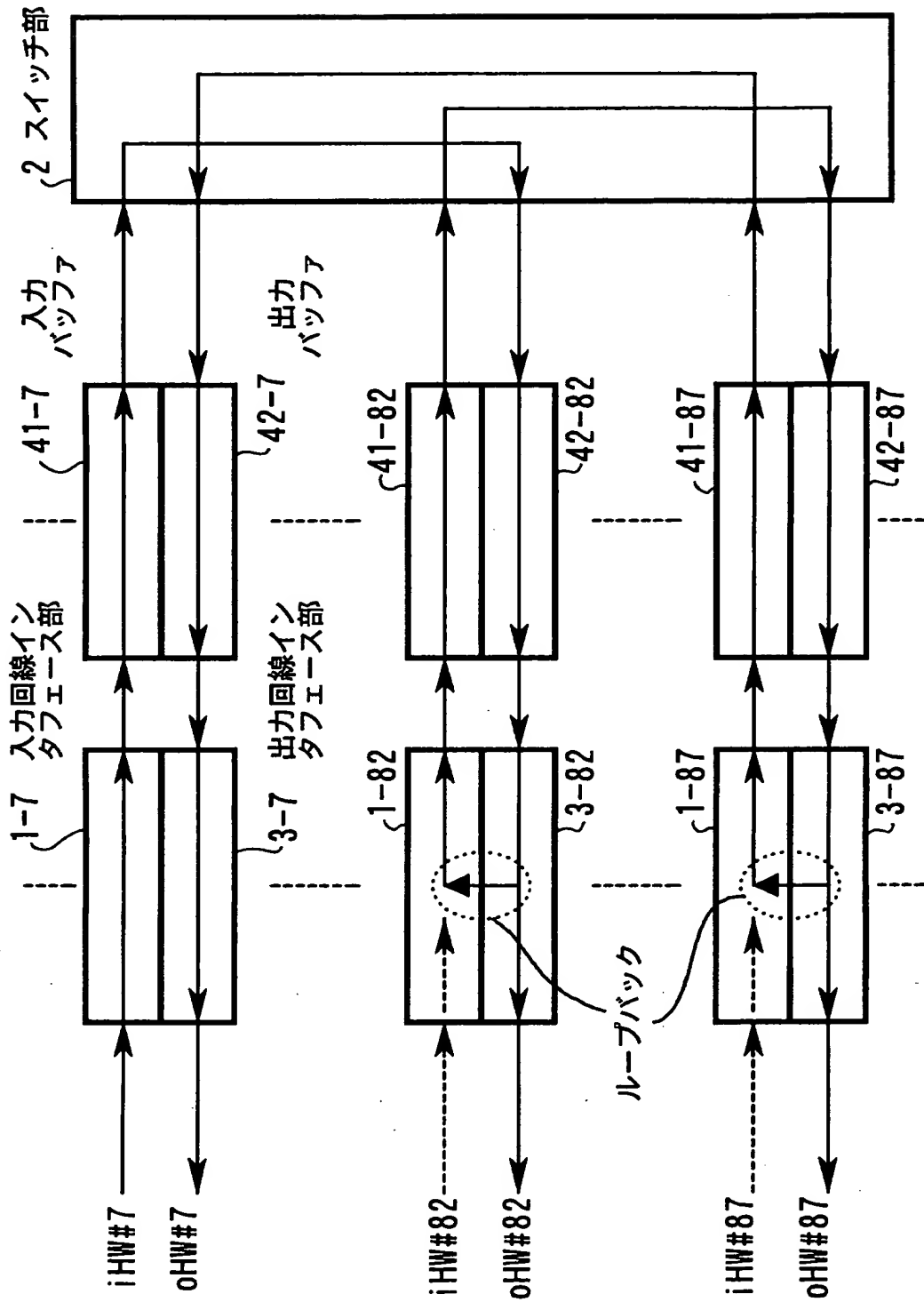
【図 12】



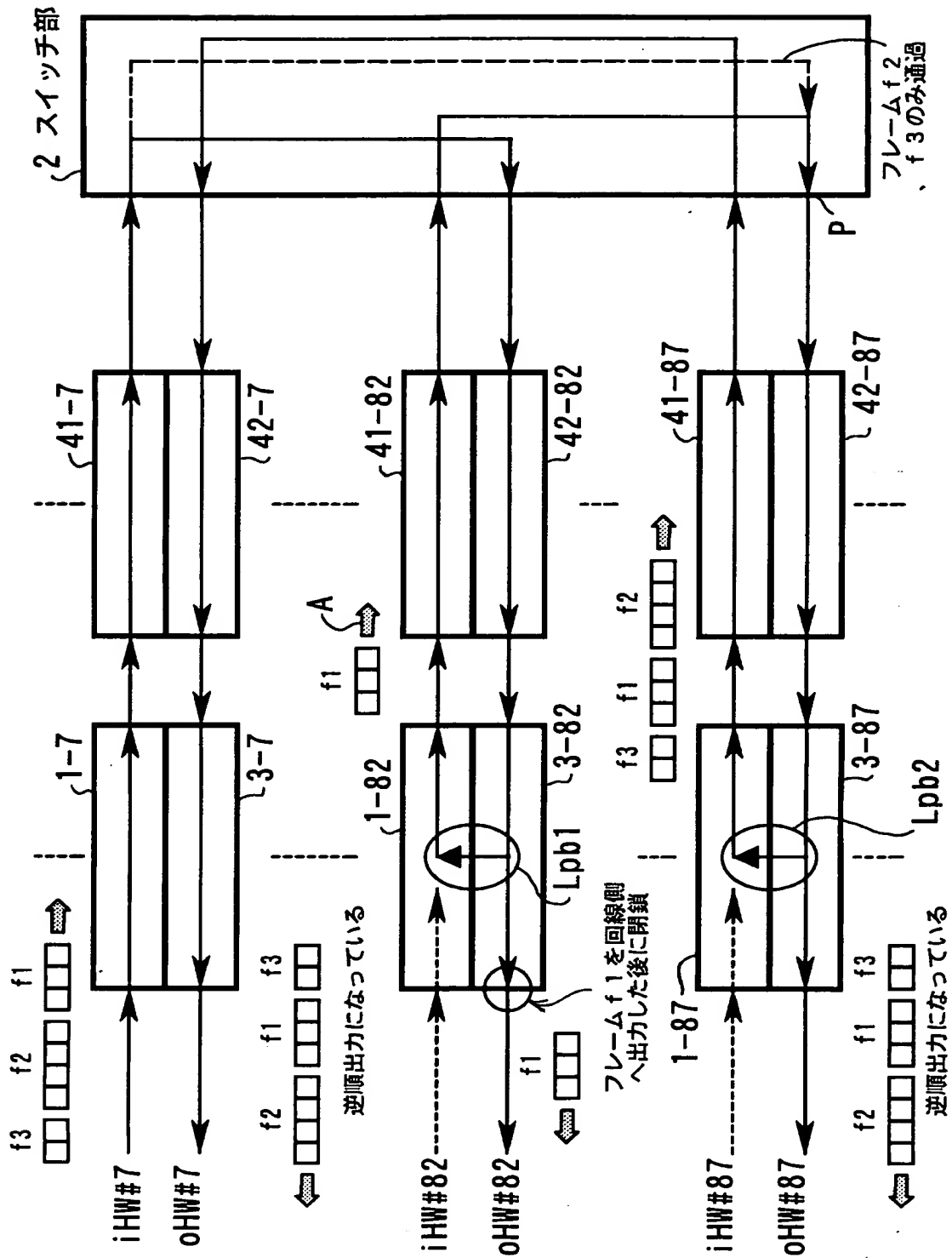
【図 13】



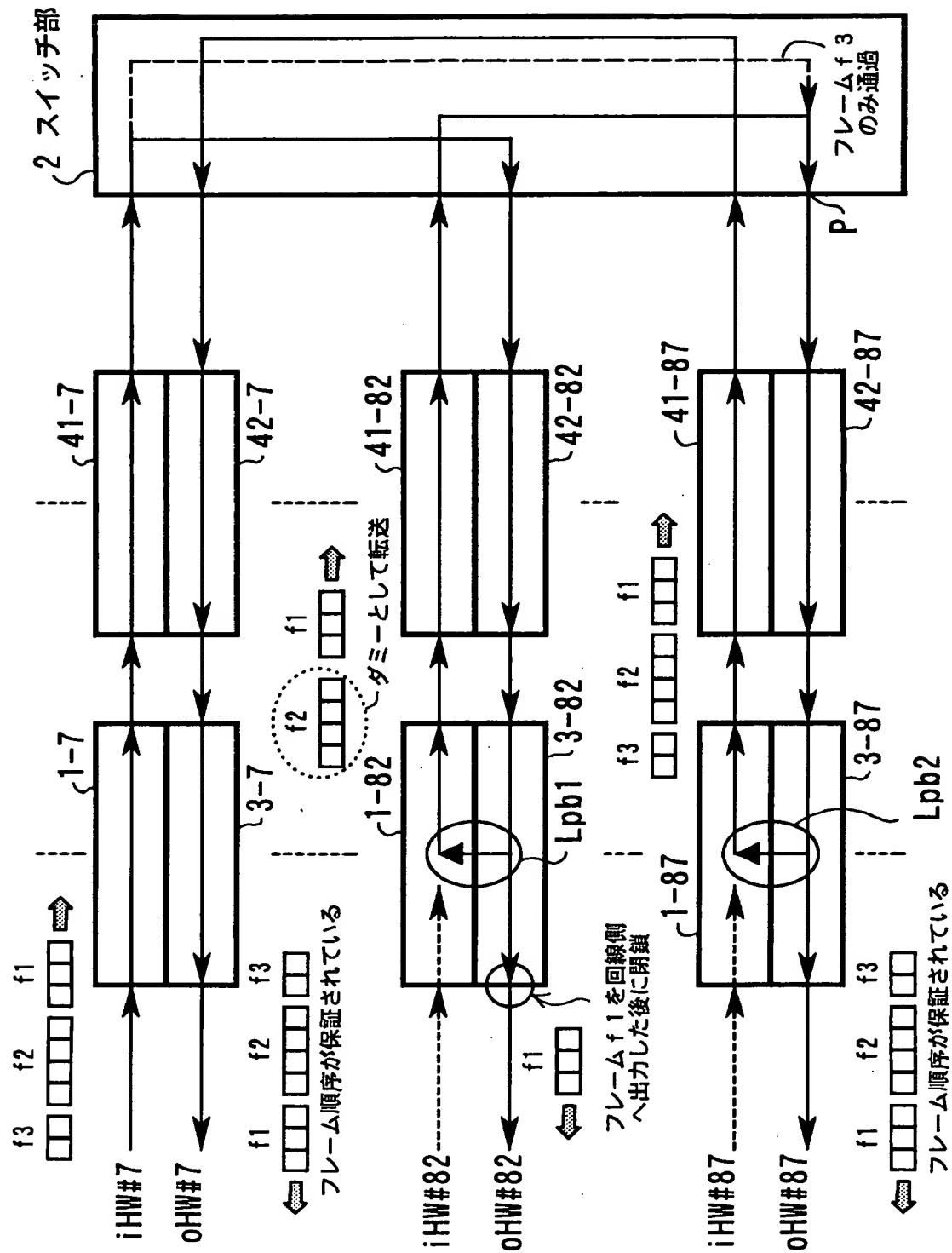
【図 14】



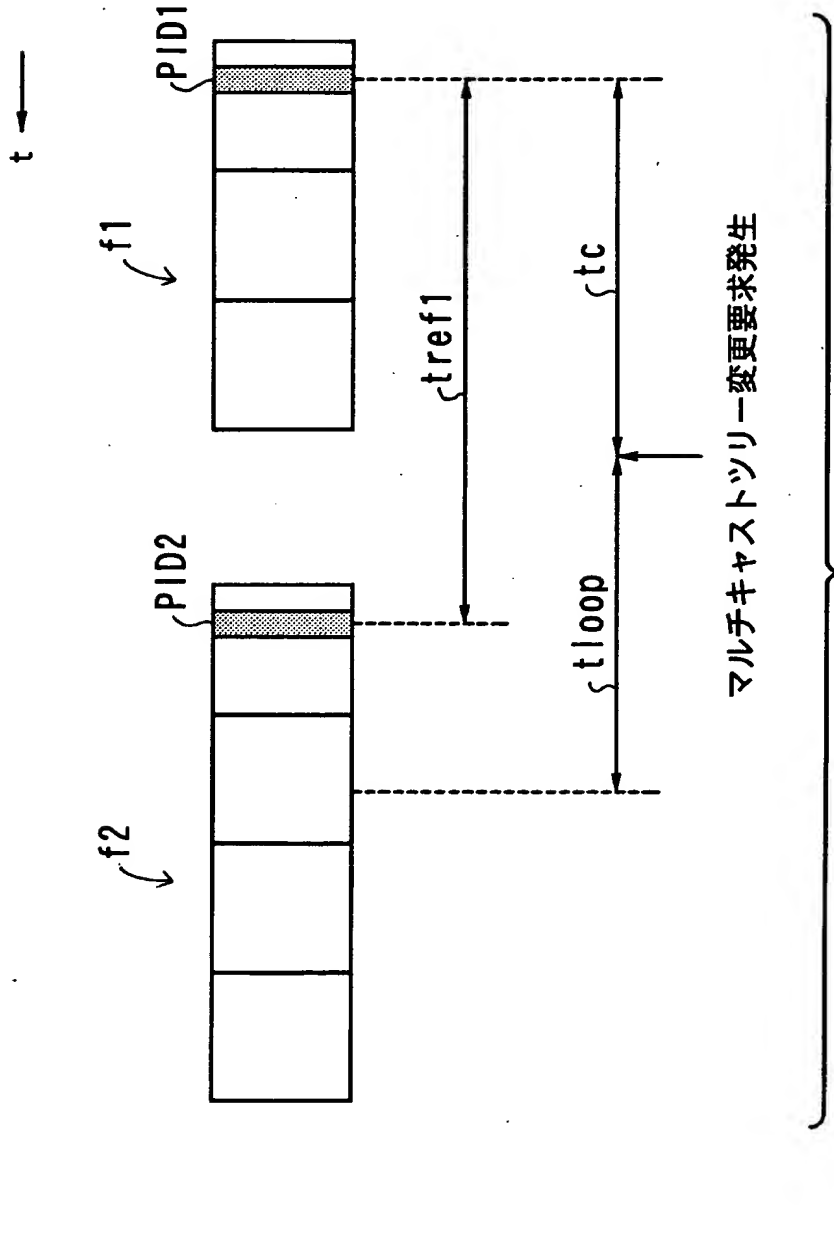
【図 15】



【図16】

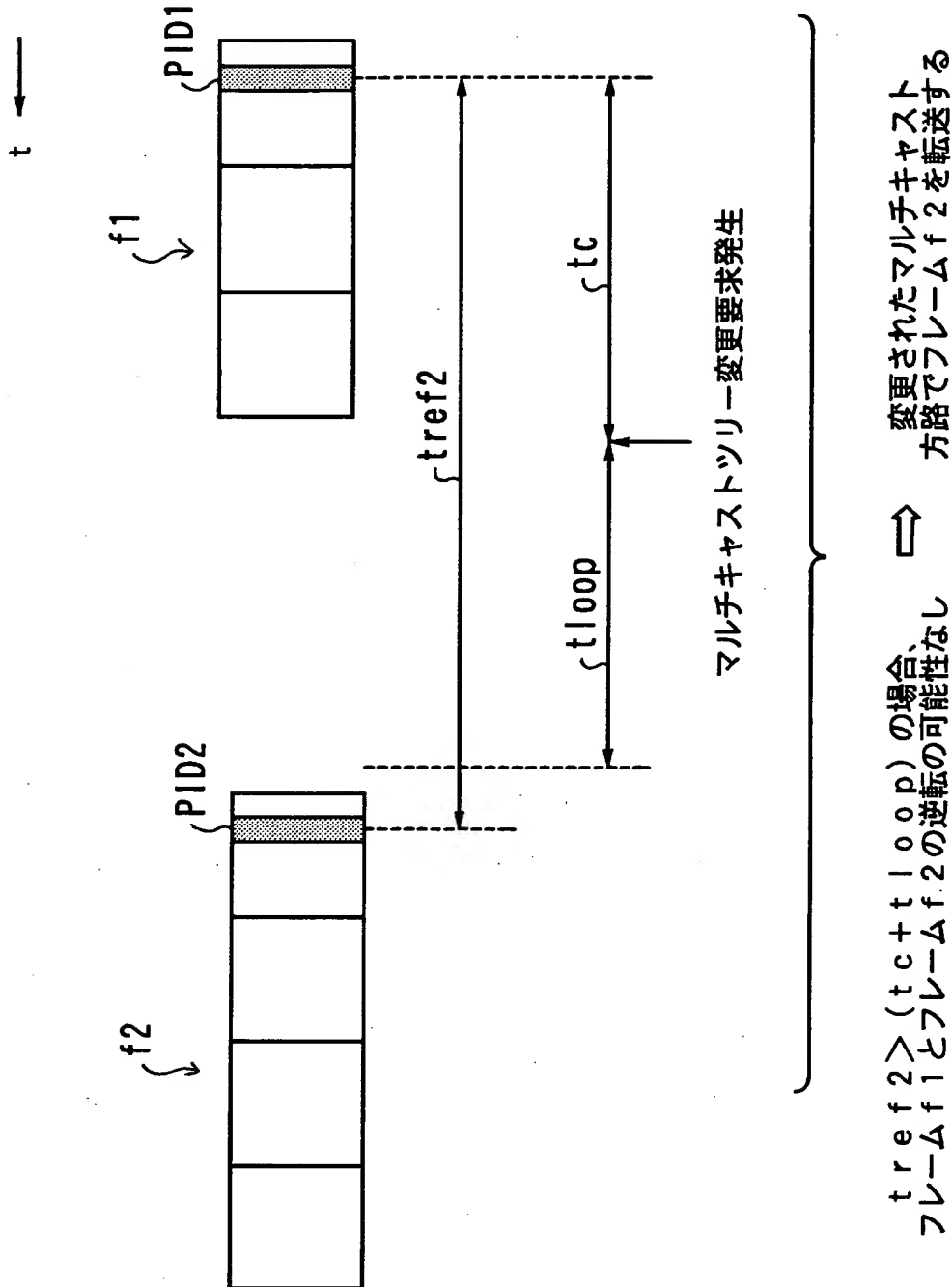


【図 1 7】

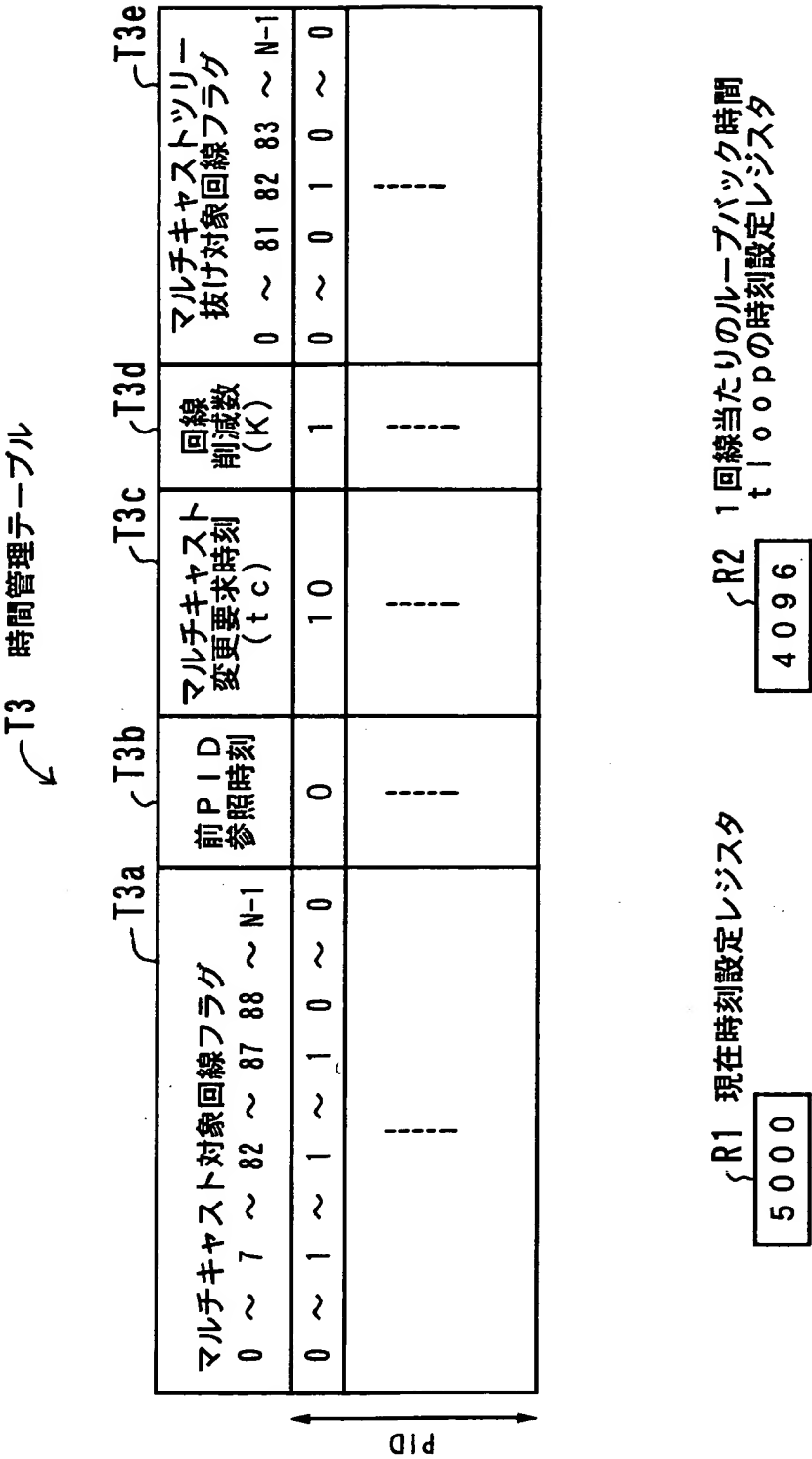


フレーム $f1$ とフレーム $f2$ の逆転の可能性あり \Rightarrow フレーム $f1$ と同じマルチキャスト方路に、フレーム $f2$ を転送する

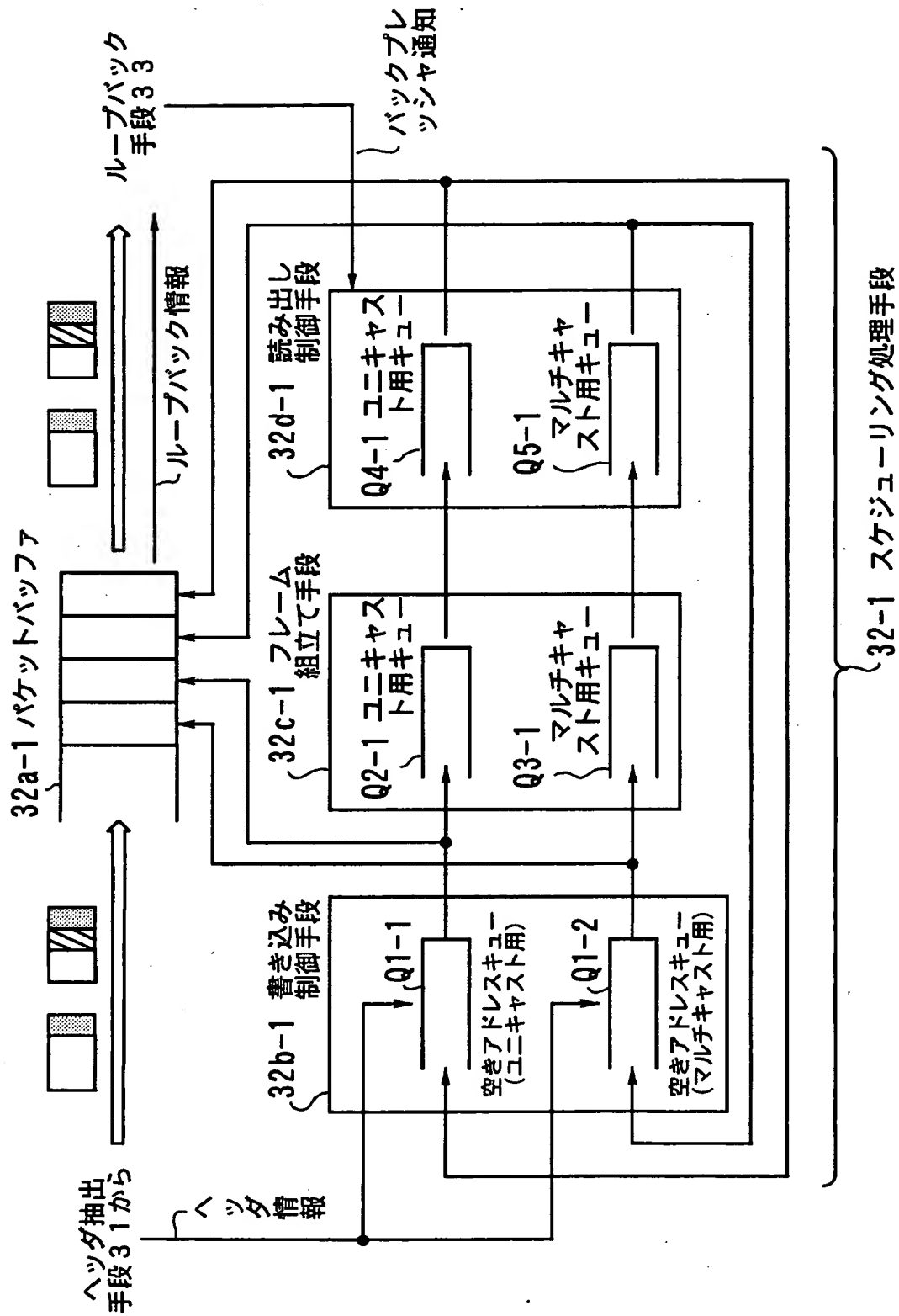
【図 1 8】



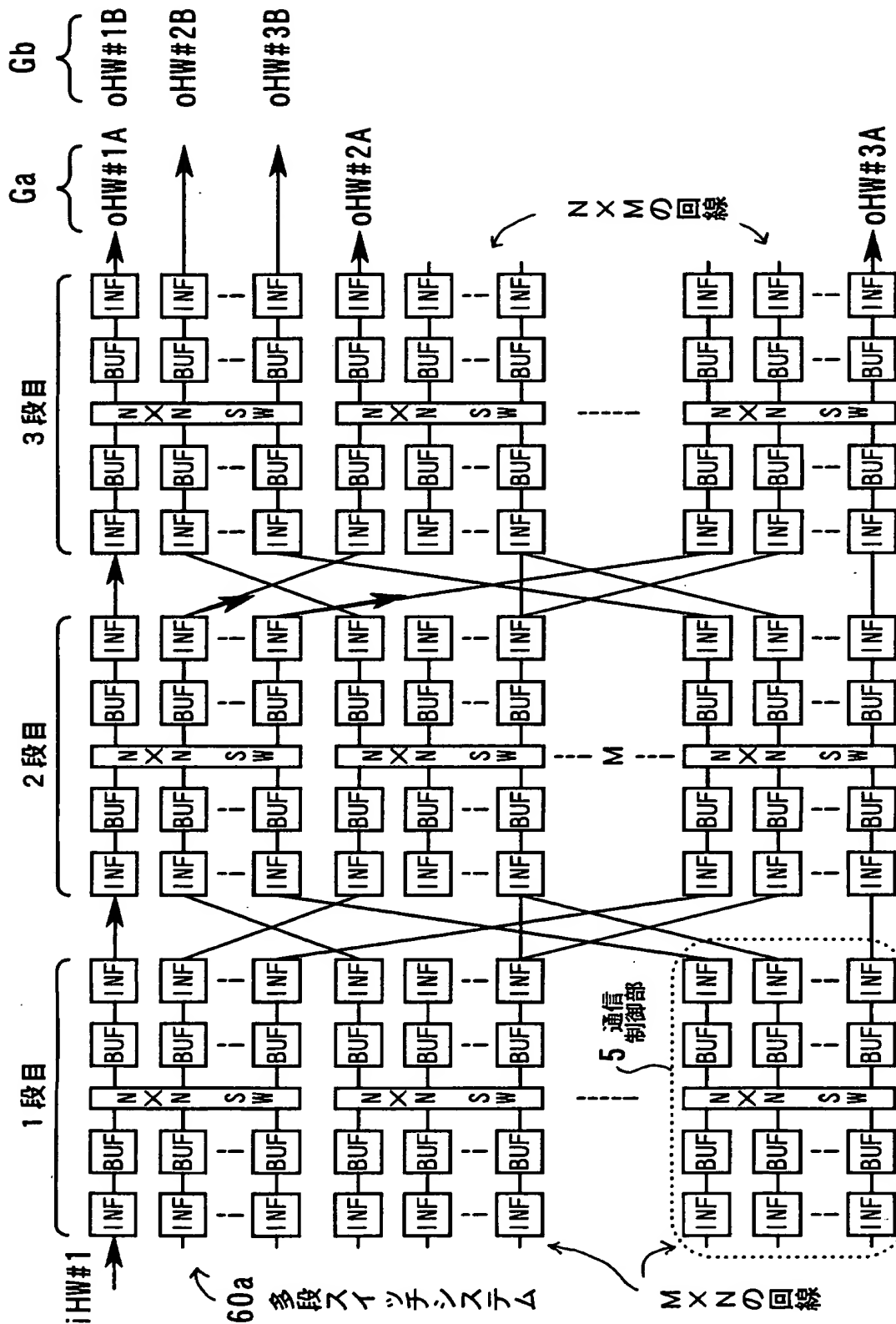
【図 1 9】



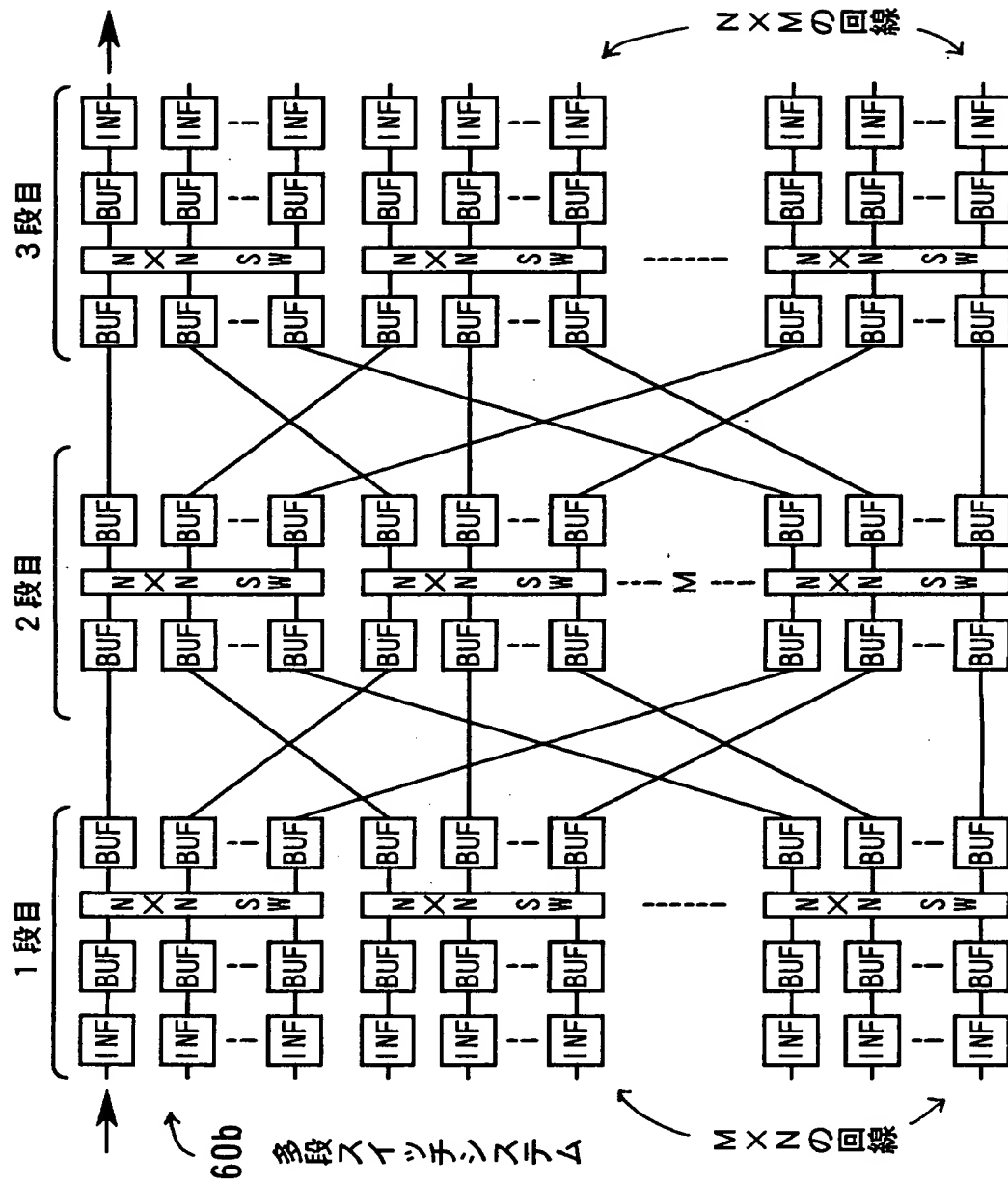
【図 20】



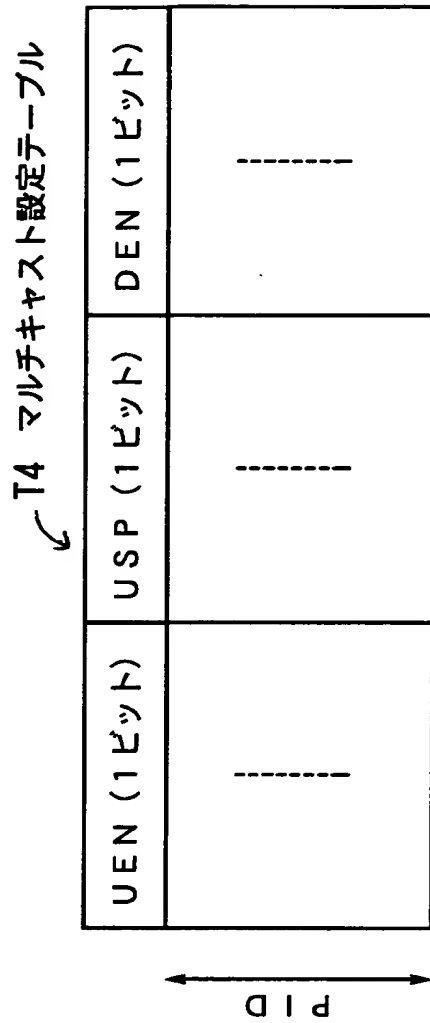
【図21】



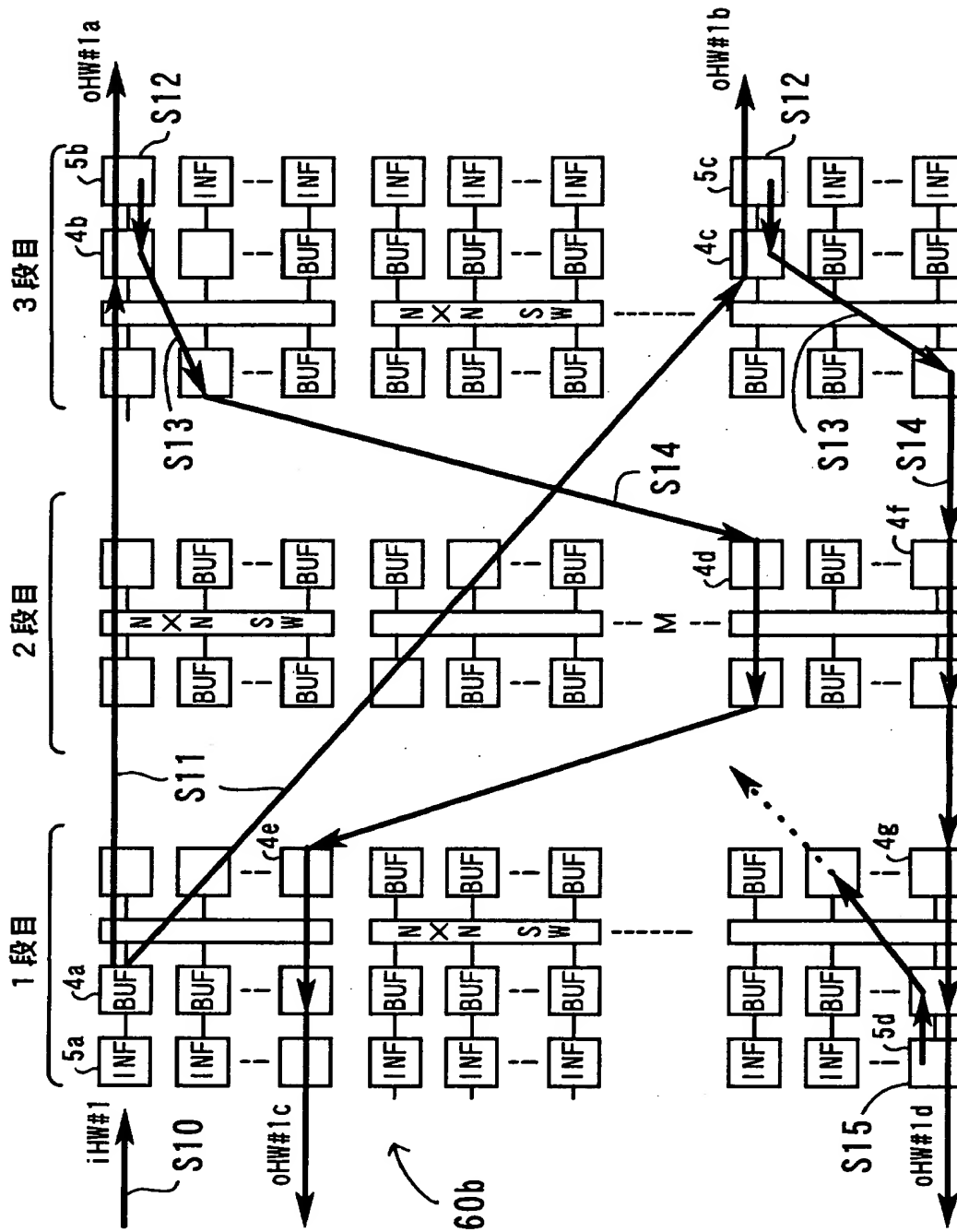
【図22】



【図 2 3】



【図24】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 大容量で高速なルーティングを行う。

【解決手段】 マトリクススイッチ 2 1 は、パケット内に設けられた、出力方路情報を含むタグにもとづいて、パケットのセルフルーティングを行う。セレクタ 2 2 - 1 ~ 2 2 - n は、マトリクススイッチ 2 1 の N 個の出力ポート P # 1 ~ P # N に対応して配置され、N : 1 のセレクト制御を行う。設定レジスタ 2 3 - 1 ~ 2 3 - n は、セレクタ 2 2 - 1 ~ 2 2 - n が信号選択を行うためのセレクト情報を保持する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社